



河南理工大学

材料科学与工程学院 材料成型及控制工程专业 课程教学大纲汇编

二〇一六年十二月

开科学期	序号	课程名称	课程号	学分	学时	理论学时	实验学时	主讲	类型
第四学期	1	材料科学基础 b	060030960	4	64	58	6	崔红保	必修
	2	金属加工工艺基础 b	061030150	2	32	32	0	南红艳	选修
	3	新型材料导论	061030280	2	32	32	0	范广新	选修
第五学期	4	材料物理性能	061030920	2	32	28	4	王海燕	选修
	5	材料力学性能	060030040	2	32	28	4	王狂飞	选修
	6	材料分析与测试	060010220	2	32	28	4	范广新	选修
	7	塑性成型原理	061030950	3	48	46	2	冀国良	选修
	8	焊接方法与设备	061030960	2	32	28	4	徐冬霞	选修
	9	工程材料	061030940	2	32	28	4	黄丹	选修
第六学期	10	凝固技术及控制	060030350	3	48	44	4	郭学锋	必修
	11	特种铸造	060030720	1	16	16	0	黄丹	必修
	12	焊接冶金学（基本原理）	060030990	2	32	28	4	高增	必修
	13	焊接冶金学（材料焊接性）	060031000	2	32	28	4	陈思杰	必修
	14	冲压工艺学	060030970	2	32	30	2	历长云	必修
	15	锻造工艺学	060030980	2	32	30	2	霍晓阳	必修
	16	焊接工程基础	061030141	2	32	28	4	和平安	选修
	17	塑性加工基础	061030170	2	32	28	4	冀国良	选修
	18	铸造工程基础	061030501	2	32	28	4	王英	选修
	19	专业英语	060030070	2	32	32	0	黄丹	选修
	20	铸造合金及熔炼	060030340	2	32	28	4	李平	选修
	21	AutoCAD 绘图基础	061030430	2	32	8	24	王海燕	选修
	22	轧制技术	061030110	2	32	32	0	霍晓阳	选修
	23	弧焊电源	061030970	2	32	28	4	和平安	选修
第七学期	24	铸造过程冶金传输原理	060030760	1	16	16	0	王狂飞	必修
	25	铸造设备	061030800	1	16	16	0	李平	选修
	26	热处理工艺学	061030980	2	32	28	4	许磊	选修
	27	铸造工艺学	060030190	3	48	44	4	米国发	选修
	28	孔型设计	061030330	2	32	32	0	霍晓阳	选修
	29	模具设计及制造	060030900	2	32	32	0	历长云	选修
	30	金属塑性成形过程数值模拟	061030180	2	32	16	16	冀国良	选修
	31	焊接检验	061030660	1	16	16	0	杨文朋	选修
	32	焊接结构	060030140	2	32	28	4	陈思杰	选修
	33	压力焊与钎焊	061030190	1	16	16	0	高增	选修
	34	特种连接技术	061030840	1	16	16	0	陈思杰	选修
	35	无损检测技术	061030810	1	16	16	0	杨文朋	选修

《材料科学基础》课程教学大纲

课程编号：060030540

总学时及其分配：总学时 64 及授课 58、实验 4

学分数：4

适用专业：材料成型及控制工程

任课学院、系部：材料学院材料成型及控制工程系

课程负责人：崔红保

编制日期：2016-11-11

一、课程简介

《材料科学基础》是材料成型与控制工程专业基础课，着重阐述金属及合金的化学成分、组织结构与性能的内在关系，以及在各种条件下的变化规律，比较全面系统地介绍金属与合金的晶体结构、金属与合金的相图与结晶、塑性变形与再结晶以及固态相变的基本理论。既具有较强的理论性，又与生产实际有紧密的联系。

二、课程教学的目标

课程的目的是通过材料科学基础理论和实验过程的学习，使学生掌握金属学基本知识和热处理的基本概念，培养学生运用基础理论解决实际问题的方法，初步了解材料科学与工程学科的思维方式，为后续专业课打下牢固的基础，并激发学生从事专业学习以及今后开展材料研究、材料设计与制造的专业兴趣，为将来从事材料的研究与开发打下坚实的理论基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲述金属与合金的晶体结构、纯金属的结晶、二元合金相图和合金的凝固、铁碳合金、三元合金相图、金属的塑性变形与再结晶和钢的热处理原理与工艺。

第一章：原子结构和晶体结构（4 学时）

课程内容：介绍金属与合金的晶体结构特点，包括金属键、金属的晶体结构、晶胞中的点、晶向和晶面等。要求学生掌握晶体的有关概念、三种典型的晶体结构的原子组成特点等内容。

第二章：晶体缺陷（4 学时）

课程内容：介绍金属晶体的晶体缺陷，包括点缺陷、线缺陷和面缺陷。要求学生掌握点缺陷的分类与材料行为，位错的基本理论以及面缺陷的特征。

第三章：凝固原理（6 学时）

课程内容：金属的结晶、结晶的热力学条件、结晶的结构条件、形核和长大等。要求学生掌握金属结晶的过程和基本规律、结晶的热力学条件和晶体大小的控制方法，以及铸锭的组织特征。

第四章：固态扩散（4 学时）

课程内容：扩散的概念、扩散第一定律、扩散第二定律及其应用、扩散机制。了解柯肯达耳效应、扩散的热力学解释，掌握扩散系数的计算、影响扩散的因数。了解烧结中的扩散、一般了解扩散型相变。

第五章：材料的力学性能（4 学时）

课程内容：介绍材料的力学性能，包括强度、塑性、硬度、冲击韧性以及材料的疲劳概念，断裂韧性、材料的磨损性能、材料的蠕变性能。

第六章：金属的塑性变形和再结晶（8 学时）

课程内容：单晶体和多晶体塑性变形、冷塑性变形对金属组织和性能的影响、冷塑性变形的金属的回复与再结晶、金属的热加工与超塑性，要求学生掌握塑性变形的原理、冷热加工的特点和回复与再结晶机理。

第七章：合金相图和合金的凝固(8 学时)

课程内容：相图建立方法、相图及合金结晶分析、相的成分及其相对含量，掌握相图的分析和使用方法、三元合金相图表示方法、三元合金相图的定量法则。三元合金匀晶相图、组元在固态下完全不溶的三元合金相图、三元合金相图实例分析。

第八章：铁碳合金(8 学时)

课程内容：铁碳合金组元和相、Fe-Fe₃C 相图分析、铁碳合金的平衡结晶过程及组织、含碳量对铁碳合金组织和性能的影响、钢中的杂质元素及对钢性能的影响。要求学生掌握铁碳合金的组织 and 性能特点，能够分析和使用 Fe-Fe₃C 相图

第九章：固态相变和热处理（12 学时）

课程内容：钢的加热转变、钢的过冷奥氏体转变曲线、珠光体转变、马氏体转变、贝氏体转变。掌握加热和冷却时的组织转变理论及各种组织的性能特点。钢的回火转变、合金的失效、调幅分解。掌握淬火钢回火时的组织，性能的转变特点，了解合金时效的理论和应用。钢的退火和正火、钢的淬火和淬透性、钢的回火的基本概念、工艺参数和应用范围，理解淬透性的概念和淬火的冷却方法。

实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每 组 人数	必 / 选 做	已 开 / 未开	说明	承担 实验室
1	铁碳合金平衡组织观察	观察分析典型铁碳合金的平衡组织及形态特征；熟悉布氏硬度计的原理和正确使用，测定退火钢的硬度。	2	技术基础	验证	2	必做	已开		材料成型与控制实验室
2	碳钢热处理后的显微组织观察	观察分析 20、45、T8、T12、钢经不同热处理后的显微组织和形态特征；熟悉洛氏硬度计的原理和正确使用	2	技术基础	验证	2	必做	已开		材料成型与控制实验室

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般 1 人或 2 人一组，专业课实验一般不超过 5 人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过 15 人一组。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程有《大学物理》、《大学化学》、《物理化学》、《高等数学》等。该课程为材料成型及控制工程专业的专业基础课，为以后该专业各门专业课的学习打下基础。

五、建议使用教材与教学参考书

1. 《金属学及热处理》 崔忠圻主编，哈尔滨工业大学出版社，1998
2. 《金属学》胡庚祥主编，上海：上海科学技术出版社，1980
3. 《材料科学基础》，潘金生等，清华大学出版社，2004
4. 《金属学》史美堂主编，上海科学技术出版社，1980
5. 《材料科学基础》，刘智恩主编，西北工业大学出版社，2003
6. 《材料科学基础》，石德柯主编，机械工业出版社，1999
7. 《材料科学基础教程》，赵品主编，哈尔滨工业大学出版社，2002

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程是材料成型与控制工程专业的专业基础课，涉及许多基础理论，概念性强，内容抽象，原理规律多。因此，在教学方法上应采用多媒体辅助教学、课后自学、适当采用课堂讨论与习题课等教学方式。

1. 课堂教学

在讲授时除了板书外，尽量多用教学模型、挂图、照片和曲线图表等形象化语言；部分内容如凝固结晶过程、位错运动和塑性变形中组织结构的变化等，组织学生观看录像，实现图文声像并茂的一体化教学，弥补传统教学在时间和空间等方面的不足，以提高教学效果，加深学生对课程内容的理解，提高学习兴趣，

2. 课后自学

为了培养学生综合分析、整理归纳的能力，要求学生课后进行自学，对讲授过的重点进行归纳整理，对了解部分的内容进行自学加深。

3. 课堂讨论与练习

课堂讨论是为了活跃学习气氛、澄清概念与弄清难点，是对课堂讲授的一种补充，习题课则以典型例题分析为主，适当安排开阔思路与综合性的练习。

4. 课外作业

课外作业题的选择基于对基本理论的理解和巩固，培养综合分析问题的能力。每章布置 2-3 题。

5. 重点、难点是铁碳合金相图和热处理工艺。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方式为闭卷考试。严格考核学生出勤情况，达到学籍管理规定的旷课量取消考试资格。综合成绩根据平时成绩和期末成绩评定，平时成绩占 20%，期末成绩占 80%。

实验一 铁碳合金平衡组织观察

实验类型： 验证 实验学时： 2 实验要求： 必修

一、实验目的

- 1、观察和识别铁碳合金（碳钢和白口铸铁）在平衡状态下的显微组织特征；
- 2、了解铁碳合金成分（含碳量）对铁碳合金显微组织的影响，从而加深理解成分、组织、性能之间的关系；
- 3、熟悉金相显微镜的使用。

二、实验内容

铁碳合金按碳含量和平衡组织的不同，可分为工业纯铁、碳钢和白口铸铁。

1. 工业纯铁 含碳量小于 0.0218%，显微组织为单相的铁素体(F)，F 为白色块状。

2. 碳钢 含碳量在 0.0218-2.11%之间，按碳含量和平衡组织的不同，可分为亚共析钢、共析钢、过共析钢三种。(1)亚共析钢 含碳量在 0.0218-0.77%之间，室温下的显微组织为铁素体(F)和珠光体(P)组织。铁素体呈白色多边形块状，珠光体在放大倍数较低时呈暗黑色，放大倍数高时，可见其片层状结构。(2)共析钢 含碳量为 0.77%，室温下的显微组织为珠光体(P)组织。(3)过共析钢 含碳量在 0.77-2.11%之间，室温下的显微组织为二次渗碳体(Fe_3C)和珠光体(P)组织。二次渗碳体呈网状分布于晶界上，用 3-5%的硝酸酒精溶液浸蚀后渗碳体呈亮白色，而珠光体呈暗黑色。

3. 白口铸铁 含碳量在 2.11-6.69%之间，按碳含量和平衡组织的不同，可分为亚共晶白口铸铁、共晶白口铸铁、过共晶白口铸铁。

(1) 亚共晶白口铸铁 含碳量在 2.11-7.3%之间，其室温下的显微组织为珠光体(P)和二次渗碳体($\text{Fe}_3\text{C II}$)和低温莱氏体(Le')组织。组织中黑色块状或树枝状分布的是珠光体，白色底上散布着暗黑色粒状的基体是低温莱氏体，二次渗碳体和共晶渗碳体连在一起难以分辨。

(2) 共晶白口铸铁 含碳量为 7.3%，室温下的显微组织为低温莱氏体(Le')。其中白色基体为渗碳体，暗黑色粒状或棒状组织为珠光体，二次渗碳体和共晶渗碳体连在一起难以分辨。(3) 过共晶白口铸铁含碳量在 7.3-6.69%之间，室温下的显微组织为一次渗碳体($\text{Fe}_3\text{C I}$)和低温莱氏体(Le')，一次渗碳体呈亮白色板条状分布在莱氏体基体上。

Fe—Fe₃C 状态图是研究铁碳合金组织与成分关系的重要工具，了解和掌握 Fe—Fe₃C 状态图，对于制定钢铁材料的各种加工工艺有着很重要的指导意义。

三、仪器设备

金相显微镜，金相抛光机。

四、所需耗材

3%硝酸酒精溶液，砂纸。

五、实验原理、方法和手段

所谓平衡状态的显微组织是指合金在极缓慢的条件下冷却到室温所得到的组织。铁碳合金的平衡组织主要是指碳钢和白口铸铁的缓

慢冷却到室温得到的组织，它们是（特别是碳钢）工业上应用最广泛的金属材料，它们的性能与其显微组织有密切的关系。

从 Fe—Fe₃C 相图可以看出，所有的碳钢和白口铸铁的平衡组织都是铁素体 (F) 渗碳体 (Fe₃C) 这两个基本的相组成。但由于含碳量不同，结晶条件的差异，铁素体和渗碳体的相对数量、形态、分布和混合情况不同，因此呈现各种不同特征的组织形态。

六、实验步骤

1. 每人领取金相试样一套和金相图谱一本，认真观察各种合金的显微组织，识别各种组织的特征（各相或组织组成物的数量、形态、分布）。

2. 在金相显微镜下选择各种合金的显微组织的典型区域，并根据其特征绘制显微组织示意图。

3. 记录所观察合金的名称、显微组织、放大倍数及浸蚀剂。并在显微组织示意图中标明组织组成物。

七、实验结果处理

分别画出 20、45、T8、T12 钢和亚共晶白口铸铁的显微组织，并用引线指明各组织组成物。说明浸蚀剂和放大倍数。

八、实验注意事项

- 1、必须特别细心，不能有任何剧烈的动作。光学系统不允许自行拆卸。

- 2、镜头的玻璃部分和试样磨面严禁手指直接接触，若镜头中落有灰尘，可用镜头纸或软毛刷轻轻擦拭。

镜的灯泡（6~8V）插头，切勿直接插在 220V 的电源插座上，应当插在变压器上否则灯泡立即烧坏。观察结束后及时关闭电源。

4、在旋转粗调（或微调）手轮时动作要慢，碰到某种阻碍时应立即停止操作，报告指导教师查找原因，不得用力强行转动，否则会损坏机件。

九、预习与思考题

1. 预习铁碳合金相图
2. 思考含碳量对铁碳合金的组织 and 性能影响

十、实验报告要求

1、观察下表中所列样品的显微组织，并联系铁碳平衡图分析组织的形成过程。

2、画出所观察金相样品的显微组织示意图，并在图中标出组织，在图下标出：含碳量、组织、放大倍数、浸蚀剂。

3、根据观察的组织，说明含碳量对铁碳合金的组织 and 性能影响的大致规律。

4、本次实验的体会。

实验二 碳钢热处理后的显微组织观察

实验类型： 验证 实验学时： 2 实验要求： 必修

一、实验目的

- 1、了解钢的几种热处理操作(退火、正火、淬火、回火等)；
- 2、研究碳含量、加热温度、冷却速度、回火温度对碳钢热处理后性能的影响；
- 3、掌握洛氏硬度计的使用方法；
- 4、观察热处理后钢的组织特征，掌握其变化规律。

二、实验内容

共析钢过冷奥氏体慢冷(炉冷)时，(见图)将全部得到珠光体，冷却速度增大(空冷)时，得到片层细的索氏体，冷却速度又增大(油冷)时，得到片层更细的屈氏体和部分马氏体，而冷却速度再增大(水冷)时，奥氏体一下被过冷到马氏体转变开始点(M_s)以下，转变成马氏体。由于共析钢的马氏体转变终点在室温下(-50°C)，所以在生成马氏体的同时保留有部分残余奥氏体。与C曲线鼻尖相切的冷却速度 V_k 称为淬火的临界冷却速度。

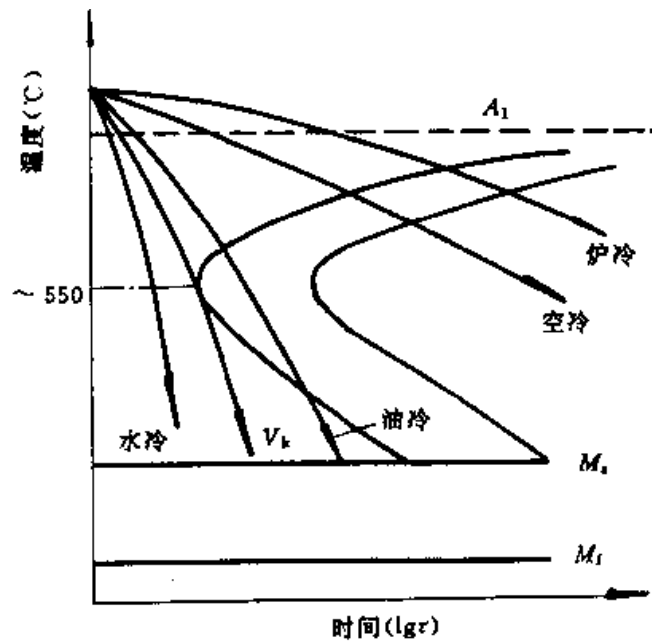


图 在共析钢 C 曲线上估计连续冷却速度的影响

三、仪器设备

1. 马弗电炉和控温仪表,
2. 洛氏硬度计;
3. 金相显微镜;
4. 淬火水槽、油槽
5. 钳子、铁丝;
6. 45 钢、T12 钢试样, 尺寸分别为 $\Phi 10\text{mm} \times 15\text{mm}$ 、 $\Phi 10\text{mm} \times 12\text{mm}$;
7. 金相抛光机。

四、所需耗材

3%硝酸酒精溶液, 砂纸。

五、实验原理、方法和手段

钢的热处理是利用钢在固态范围内的加热、保温和冷却, 以改变其内部组织, 从而获得所需要的物理、化学、机械和工艺性能的一种

操作。钢的热处理基本操作有退火、正火、淬火、回火等。

进行热处理时，加热温度、保温时间和冷却方式是最重要的三个基本工艺因素，正确选择这三者的规范，是热处理成功的基本保证。

加热温度的选择 钢的退火、正火、淬火加热温度根据 Fe—Fe₃C 相图确定。

1. 退火加热温度 一般亚共析钢加热至 $A_{c3} + (20 \sim 30)^\circ\text{C}$ ；共析钢和过共析钢加热至 $A_{c1} + (20 \sim 30)^\circ\text{C}$ (球化退火)，目的是得到球状渗碳体，降低硬度，改善高碳钢的切削性能。

2. 正火加热温度 一般亚共析钢加热至 $A_{c3} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ ；过共析钢加热至 $A_{cm} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ ，即加热到奥氏体单相区。

3. 淬火加热温度 一般亚共析钢加热至 $A_{c3} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ ，淬火后的组织为均匀细小的马氏体。如果加热温度不足 (低于 A_{c3})，则淬火组织中将出现铁素体，造成淬火后硬度不足，共析钢和过共析钢加热至 $A_{c1} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$ ，淬火后的组织为隐晶马氏体与粒状二次渗碳体。未溶的粒状二次渗碳体可以提高钢的硬度和耐磨性。过高的加热温度 (高于 A_{cm})，会因得到粗大的马氏体，过多的残余 A 而导致硬度和耐磨性的下降，脆性增加。

4. 回火温度 钢淬火后都要回火、回火温度决定于最终所要求的组织和性能 (工厂中常常是根据硬度的要求)。按加热温度不同，回火可分为三类：

低温回火 在 $150 \sim 250^\circ\text{C}$ 回火，所得组织为回火马氏体，硬度约为 HRC57~60，其目的是降低淬火应力，减少钢的脆性并保持钢

的高硬度。一般用于高碳钢的切别刀具、量具、滚动轴承、渗碳件。

中温回火 在 $350\sim 500^{\circ}\text{C}$ 回火，所得组织为回火屈氏体，硬度约为 $\text{HRC}40\sim 48$ ，其目的是获得高的弹性极限，同时有高的韧性。主要用于含碳 $0.5\%\sim 0.8\%$ 的弹簧钢。

高温回火 在 $500\sim 650^{\circ}\text{C}$ 回火，所得组织为回火索氏体，硬度约为 $\text{HRC}25\sim 35$ 。其目的是获得既有一定强度、硬度，又有良好的冲击韧性的综合机械性能。常把淬火后经高温回火的处理称为调质处理，用于中碳的结构钢，如柴油机连杆螺栓、汽车半轴以及机床主轴等重要零件。

5. 冷却方法 热处理时的冷却方式要适当，才能获得所要求的组织和性能

退火一般采用随炉冷却，

正火采用空气冷却，大件可采用吹风冷却。

淬火冷却方法非常重要，一方面冷却速度要大于临界冷却速度，以保证全部得到马氏体组织；另一方面冷却应尽量缓慢，以减少内应力，避免变形和开裂。为了解决上述矛盾，可以采用不同的冷却介质和方法，使淬火工件在奥氏体最不稳定的温度范围内 ($650\sim 550^{\circ}\text{C}$) 快冷，超过临界冷却速度，而在 M_{S} ($300\sim 200^{\circ}\text{C}$) 点以下温度尽可能慢冷，以减少内应力。常用淬火方法有：单液淬火、双液淬火(先水冷后油冷)、分级淬火，等温淬火。

六、实验步骤

1. 45 钢、T12 钢试样至 A_{c3} 十 $(30\sim 50)^{\circ}\text{C}$, 进入奥氏体单相区。
2. 采用不同的冷却方式把过冷奥氏体冷却下来。
3. 观察显微组织步骤, 根据试样的成分、热处理工艺、对照 Fe—Fe₃C 相图和 C 曲线分析可能出现的组织。
4. 根据组织形成和特征画出各组织示意图, 并注明材料、处理工艺、放大倍数、组织名称、浸蚀剂等。

七、实验结果处理

1. 根据试样的成分、热处理工艺、对照 Fe—Fe₃C 相图和 C 曲线分析可能出现的组织;
2. 正确选择放大倍数, 组织粗的可选用低倍, 组织细的可选用高倍。先全面观察, 后重点深入, 先用低倍, 后用高倍。
3. 根据组织形成和特征画出各组织示意图, 并注明材料、处理工艺、放大倍数、组织名称、浸蚀剂等。

八、实验注意事项

1. 全班分两大组, 交换进行以上两实验内容。每组领取一套试样 (45 钢试样 8 块、T12 钢试样 8 块)。炉冷试样由实验室事先处理好。
2. 将同一加热温度的 45 钢和 T12 钢试样放入 860°C 和 780°C 炉子内加热 (炉温预先由实验室升好), 保温 15—20 分钟 (按 1 分钟 / 每毫米直径计算) 后, 分别进行水冷、油冷、空冷操作。45 钢 750°C 水冷试样待 780°C 炉中试样处理完后再进行。
3. 每组将水冷试样中取出三块 45 钢和三块 T12 钢试样分别放入

200℃，400℃，600℃炉中进行回火，回火保温时间为 30 分钟。

4. 热处理后的试样用砂纸磨去两端面氧化皮，然后在老师指导下测量硬度(HRC 或 HRB)。

九、预习与思考题

1. 分析淬火加热温度对钢淬火后性能的影响；
2. 说明冷却速度对钢性能的影响；
3. 说明回火温度对淬火钢性能的影响。
4. 试分析 T12 钢 780℃ 水淬 200℃ 回火与 T12 钢 1100℃ 水淬 200℃ 回火的组织区别，性能区别。说明过共析钢淬火温度应如何选择。
5. 分析 45 钢 760℃ 水淬与 45 钢 860℃ 油淬组织的区别。若 45 钢淬火后硬度不足，如何根据组织分析其原因是淬火加热温度不足还是冷却速度不够？

十、实验报告要求

- 1、观察样品的显微组织，并联系分析组织的形成过程。
- 2、画出所观察金相样品的显微组织示意图，并在图中标出组织，在图下标出：含碳量、组织、放大倍数、浸蚀剂。
- 3、根据观察的组织，说明冷却方式对碳钢的组织 and 性能影响
- 4、本次实验的体会。

《热加工工艺基础》课程教学大纲

课程编号： 061030150

总学时及其分配：总学时 32 学时及授课 32 学时

学分数： 2

适用专业：材控

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制系

课程负责人：南红艳

编制日期：2016 年 9 月

一、课程简介

本课程是热加工或冷加工专业基础课程，包括金属材料的主要性能，常用工程材料的选择，铸、锻、焊的基本原理与工艺特点，毛坯的选择与结构工艺性分析，新材料、新技术、新工艺简介等。

二、课程教学的目标

本课程是在金工实习的基础上，通过本课程的学习，使学生获得常用工程材料及材料成形的基础知识，培养工艺分析的初步能力，并为学习其它有关课程及以后从事机械设计和加工制造工作奠定必要的基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

根据专业不同适当分配下列课程内容学时，例如对于热加工专业学生，重点讲述工程材料部分及冷加工部分内容，对于非热加工专业学生，重点讲述工程材料部分及热加工部分内容。

第一部分 工程材料（8 学时）

熟悉金属材料的主要性能；了解金属和合金的晶体结构和结晶；熟悉铁碳合金相图；熟悉钢的热处理工艺；熟悉常用机械工程材料的

种类、性能、特点及应用。

第二部分 铸造(4 学时)

熟悉合金的铸造性能及对铸件质量影响；了解常用铸造合金的熔炼及铸造特点；掌握砂型铸造和常用特种铸造方法的特点和应用；具有铸件结构设计的初步能力，了解铸造新工艺、新技术及其发展趋势。

第三部分 压力加工（4 学时）

熟悉金属的塑性变形规律及对组织和性能的影响；掌握自由锻和模锻的特点及应用；掌握板料冲压的特点和基本工序；了解先进压力加工方法及发展趋势。

第四部分 焊接（4 学时）

熟悉熔焊及其它常用焊接方法的特点及应用；熟悉焊接应力、变形与裂纹的产生原因及对焊接质量的影响；了解常用金属材料的焊接性能；熟悉焊接件结构设计的主要原则；了解焊接新技术、新工艺及其发展趋势。

第五部分 金属切削加工的基础知识 （4 学时）

切削运动与切削要素；刀具材料与刀具结构；金属切削过程；切削加工的经济性。

第六部分 常用切削加工方法 （4 学时）

车削加工；钻削镗削加工；刨削拉削加工；铣削加工；磨削加工；齿轮齿形加工。

第七部分 精密加工和特种加工 （2 学时）

光整加工；特种加工。

第八部分 切削加工零件的结构设计 （2 学时）

结构设计的基本原理；对零件结构的要求。

第九部分：实践教学内容

为配合理论教学需要，加强实践性教学环节，将金工实验与金工实习逐步融合，结合金工实习开设综合性、设计性实验。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程主要有《高等数学》、《大学物理》、《物理化学》等。本课程的后续课程主要有《材料科学基础》、《焊接冶金原理》、《凝固技术与控制》、《铸造合金及其熔炼》等。

五、建议使用教材与教学参考书

1、建议使用 教材

《金属加工工艺基础》米国发主编，冶金工业出版社 2011 年 7 月

2、教学参考书

《金属工艺学》 徐国义、沙桂英主编，哈尔滨工程大学出版社
出版 1997 年 8 月

《金属工艺学》邓文英主编，高等教育出版社出版，1998 年 6 月

《金属工艺学》 袁名炎等编，航空工业出版社出版，1993 年 6 月

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程是为学生后续课程的学习而设置的，所以要求学生具有较好的动手能力及实践认知能力。本课程主要采取的授课方法是实践与讲解相结合，并从实际出发讲述课程内容。从而得知热加工及冷加

工过程重点所在，以求对热加工及冷加工过程有概括了解。

七、课程考核及成绩评定方式

1. 学生的期末成绩由任课教师根据考试成绩占 70%,平时成绩占 30%的原则评定，其中平时成绩包括平时作业、平时课堂记录。

2. 任课教师要对考试试卷和成绩进行统计分析，以评判试卷的合理性，学生的掌握程度，成绩分布的科学性等，为改进教学，提高教学质量和效果提供依据。

《新型材料导论》课程教学大纲

课程编号：061030280

学分数：2

适用专业：适用本科四年制金属材料专业

任课学院、系部：材料学院、材料成形与控制

课程负责人：范广新

编制日期：2016-11

一、课程简介

本课程的授课对象是材料科学与工程金属材料专业本科生，属材料类专业专业选修课。

本课程主要介绍功能材料的基本知识、种类、特点和应用，新材料、尤其是新型功能材料的研究现状和发展趋势，有助于学生拓宽专业知识面，同时加深对专业的认识和应用。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，学生能了解功能材料目前的研究范围和进展趋势，掌握功能材料的含义、特点及常见功能材料的基本知识，熟悉各类功能材料的组成、性能和应用。

本课程的特点是涉及知识点多和应用领域较广，包括力学、电学、光学、磁学等功能材料。教学目标是拓宽学生的知识面，让学生掌握新材料、新技术的发展规律，以科学的态度对待新型材料。

三、课程教学的基本内容及教学安排

1 绪论 （2 学时）

教学要求：

了解：功能材料的研究范围和进展趋势。

掌握：功能材料的概念、分类和特点。

教学要点：

- （1）功能材料的发展和分类；
- （2）新型功能材料及研究进展；
- （3）加快发展高技术新材料的建议。

2 新型金属材料（6 学时）

教学内容：

超级钢与新一代钢铁材料

新型特殊性能钢

新型有色合金

新型功能金属材料

3 新型无机非金属材料（4 学时）

教学要求：

新型无机非金属材料

压电陶瓷

生物陶瓷

半导体陶瓷等

4 新型高分子材料（2 学时）

教学内容：

液晶高分子材料

导电高分子材料

5 新型复合材料（6 学时）

教学内容：

复合材料的概念、特点、发展、兴起

新型复合材料增强体

新型高分子基复合材料

新型金属基复合材料

新型陶瓷基复合材料

6 新能源材料（6 学时）

教学内容：

储氢材料

锂离子电池材料

太阳能电池材料

燃料电池材料

7 超导材料（2 学时）

教学要求：

超导材料的发展、种类和应用。

超导材料的基本物理特征、临界参数和 BCS 微观图像。

8 半导体材料（2 学时）

教学要求：

半导体的微结构，pn 结和超晶格。

半导体的能带结构、导电性和光吸收特性。

常见元素、化合物及非晶半导体的特点。

9 非晶材料（2 学时）

教学内容：

非晶材料的特性,晶体结构特点。

非晶材料的力学性能,储氢性能和形成能力。

非晶合金的种类和特点。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程为大学物理、材料化学与物理、材料科学基础、高分子材料。

五、建议使用教材与教学参考书

选用教材：

齐宝森 编《21 世纪新型材料》，化学工业出版社，北京，2011

主要参考书：

汪济奎 等编《新型功能材料导论》，华东理工大学出版社，上海，2014

邓少生 等编《功能材料概论》，化学工业出版社，北京，2012，1。
北京新材料发展中心，期刊《新材料产业》

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

课堂理论教学与课堂讨论为主，建议大家利用学校信息获取优势，关注新型材料领域的发展。

七、课程考核及成绩评定方式

本课程以闭卷考试为主，占总成绩的 70%，作业、考勤为辅，占 30%。

《材料物理性能》课程教学大纲

课程编号：060030990

总学时及其分配：总学时 32，实验课时 4，理论课时 28

学分数：2

适用专业：材料成型与控制工程

任课学院、系部：材料学院材料成型与控制工程系

课程负责人：王海燕

编制日期：2016.09.15

一、课程简介

本课程系统讲述材料物理性能，不涉及化学性能。所研究的性能有力学性能（包括受力形变、断裂与强度）、热学、光学、导电、介电、磁学等性能及其发展和应用，介绍各种性能的原理及微观机理，

性能的测定方法以及控制和改善性能的措施,各种材料结构与性能的关系,个性能之间的相互制约与变化规律。密切联系当前生产的实际和技术发展水平,本书的材料力学性能尤其是断裂力学理论、热学和光学及缺陷电导的理论及应用是本课程的重点,掌握材料的本征参数的意义、用途,搞清性能参数的来源,及性能和材料的组成、结构和构造的关系,掌握参数的规律,从而判断材料优劣,正确选材和安全用材是难点。

二、课程教学的目标

本课程是专业必修课。通过课程学习,使学生掌握各种材料的基本物理性能以及这些性能在工程中及特殊场合中的应用。

三、课程教学的基本内容及教学安排

绪论 (1 学时)

第一章 原子结构 (2 学时)

了解原子、原子核、电子;量子数 m, l, m_l, m_s ; 能级; 几个概念; 原子间作用力

第二章 材料的电学性能 (8 学时)

掌握金属的导电性: 金属导电的物理本质, 影响金属导电的因素, 电阻测量法及在金属材料研究中的应用。半导体绝缘体的电学性能: 基本结构, 能带理论, 本征半导体、掺杂半导体, $p-n$ 结的实质, 半导体的应用。超导体: 超导体的概念及实质, 影响超导体的因素。

第三章 材料的热学性能 (8 学时)

掌握热容: Dulong—Petit 理论, Debye 理论, 合金的热容低温下的热

容。（二）相变与热容性能之间的关系，第一类相变，二类相变时热学参数的变化。热分析法及应用。材料的导热性：导热的本质，影响材料导热性的因素。热电学现象：Seebeck 效应 Peltier 效应 Thomson 效应，热电子能的应用。

固体的热膨胀：热膨胀的性质，相变热膨胀，影响膨胀性能的因素，膨胀测量及应用。

第四章 磁性（6 学时）

熟悉磁性的概念；抗磁性与顺磁性及其物理本质；抗磁性与顺磁性的应用；铁磁性：铁磁性的特征，磁化曲线及磁滞回线自发磁化，磁畴及其形成条件，技术磁化及机制与磁化相关的物理现象。影响铁磁性的因素，组织结构敏感与不敏感参数，材质与外界因素的影响。铁磁性的测量及应用。

第五章 弹性与内耗（6 学时）

掌握弹性：弹性模量及其与熔点、相变、温度的关系测定弹性的方法及弹性的应用。内耗的基本概念：滞弹性，内耗，弛豫性内耗，内耗的表示法，内耗峰，内耗谱。产生内耗的机理。内耗的测量及应用。

第六章 核物理性能（1 学时）

了解同位素及其应用；穆斯堡尔效应及应用；核磁共振及应用；中子散射及应用；正电子湮没及应用。

需细化到章、节和知识点并说明授课、实验或实践学时安排等，具体实验安排表如下。

序号	实 验 项 目 名称	实 验 内 容	学时	实验 类别	实验 类型	每组 人数	必 / 选做	已 开 / 未 开	说明	承担 实验 室
1				专业	综 合 性	5	必做			
2				专业	综 合 性	5	必做			

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是专业基础课，是学习其他专业课程的必不可少的工具。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

1. 田蔚编著。材料物理性能，北京：北京航空航天大学出版社，2001年。
2. 陈树川、陈凌冰。材料物理性能，上海：上海交通大学出版社，1999年。

参考书：

1. 清华大学材料系，材料物理性能，校内发行，1990年。
2. 关振铎、张中太、焦金生，无机材料物理性能，北京：清华大学出版社，1990年。
3. 马莒生，精密合金及粉末冶金材料，机械工业出版社，1982年。
4. 北京大学物理系，铁磁学，北京：科学出版社，1976年
5. Kingery W.D., Bowen H.K., Uhlmann D.R.，陶瓷导论，北京：中国建筑工业出版社，1982年。

6. R. 科埃略著，吕景楼、李守义译，电介质物理学，北京：科学出版社，1984 年。

7. 陈秀丹，刘子玉，电介质物理学，北京：机械工业出版社，1982 年。

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 教学方法

以课堂讲授为主，采用启发式和讨论式教学方法，根据教学内容适时安排课堂讨论，培养学生提出问题和解决问题的能力。

2. 教学手段

辅以多媒体以及实验动手操作的教学形式，培养工程意识和实践能力。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方法：考试

成绩评定方式：考试成绩占 70%，平时成绩占 30%（包括平时出勤、作业、实验）

《材料的力学性能》课程教学大纲

课程编号： 060030040

总学时及其分配：总学时 32 学时及授课 28 学时、实验 4 学时

学分数：2

适用专业：材控

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制系

课程负责人：王狂飞

编制日期：2016 年 10 月

一、课程简介

材料力学性能是评价和使用工程上各种材料的主要依据。因而，熟练掌握材料力学性能的有关知识，是材料科学和工程学科的大学生在后续专业课程学习以及今后从事有关材料加工专业必须具备的基本要求。因此，材料的力学性能课程是材料科学与工程学科的大学生的一门必修课。对于结构设计和制造专业的大学生和工程师，材料力学性能的知识也是有用和必备的。

材料的力学性能的课程教学从工程应用的角度，着重介绍材料力学性能的基本理论，评价材料的各种力学性能指标、测定原理与方法、失效机理与失效准则及其工程实用意义。材料的力学性能的课程教学包含金属材料的力学性能和新型结构材料的力学行为两大部分。金属材料是民用及军用工业中的基本结构材料，在可预见的将来它仍将无法被替代；金属材料力学行为的研究历史悠久，主要的原理、定律和结论已比较成熟，而且新型结构材料力学性能的研究也借鉴于金属材料力学行为的研究经验和方法。这也是各院校材料的力学性能课程的通用部分。这部分内容包含：1) 材料的基本力学行为，主要是强度，弹性和塑性，形变强化、韧性等，2) 失效机理、准则和抗力，如屈服准则、切口件和含裂纹件的断裂准则，3) 疲劳失效是机械类构件的

一个主要的失效形式。因此，重点论述疲劳失效各阶段的机理、疲劳寿命表达式、寿命估算方法与延寿技术。4) 力学与环境交互作用下失效机理、准则和抗力，包括蠕变断裂机理、准则和抗力，以及疲劳-蠕变交互作用，应力腐蚀与腐蚀疲劳，摩擦与磨损以及接触疲劳等。新型结构材料的力学性能部分，主要包含高分子材料的力学性能、复合材料的力学性能和陶瓷材料的力学性能等内容。此外，还将结合上述材料在航空业中的应用情况，增加了新的研究成果，例如高分子材料和复合材料的疲劳与断裂的研究成果。一方面，这些研究成果可用于全面地评价上述材料；另一方面，也可用于解决上述材料选用和使用中的问题。从而有助于扩大学生的知识面。

通过本课程的学习，希望能对大学本科学生 - 未来的工程师们在将来的工作中解决材料的评价、选用及改进材料性能等问题打下坚实的基础。

二、课程教学的目标

本课程安排主要考虑学生在学习《理论力学》、《材料力学》的基础上，掌握材料力学服役行为及其一般失效分析的方法，提高学生运用专业知识分析问题、解决问题的能力，拟达到以下三个目标：

- 1、帮助学生掌握材料力学行为中常见的拉伸、冲击、疲劳、应力腐蚀、高温力学性能等的基本特征；

- 2、引导学生进行材料掌握和运用所学力学性能特征分析工程实际中失效分析解决实际问题的能力，并培养学生综合分析问题、解决问题的能力；

3、使学生在《材料力学性能》的学习过程中，加深对所学过的《材料力学》、《材料科学基础》、《材料失效分析》等课程的理解，加深学生对材料的组织决定性能的认识，使学生综合应用能力的切实提高。

4、希望通过材料的力学性能课程的学习，能对大学本科学生 - 未来的工程师们在将来的工作中解决材料的评价、选用及改进材料性能等问题打下坚实的基础。

理解在外力作用下材料失效的过程、机制和力学模型；理解如何评价材料以及用什么样的力学性能指标评价材料；在零件设计中如何优选材料，尤其是在生产过程中如何优化工艺以改善材料在服役条件下的力学性能；掌握材料基本力学性能的测试原理和方法，以及了解新材料和新技术的发展对材料力学性能提出的新要求，从而减少和防止因材料失效而造成经济损失以及可能的人员伤亡，为提高产品质量及其在国际市场上的竞争力作出贡献。

三、课程教学的基本内容及教学安排

绪论（2 学时）

材料的力学性能通常是指材料的弹性、塑性和强度。弹性是指材料在外力作用下保持固有形状和尺寸的能力，在外力除去后恢复固有形状和尺寸的能力。塑性是材料在外力作用下发生不可逆的永久变形的能力。而强度则是材料对塑性变形和断裂的抗力。或许，材料的力学性能还应当包括'寿命'。所谓寿命，是指材料在外力的长期或重复作用下，或在外力和环境因素的复合作用下，抵抗损伤和失效的能力，使零件在服役期限内安全、有效地运行。

第一章 材料在单向静拉伸载荷下的力学性能（8 学时）

拉伸试验虽是简单的、但却是最重要的应用最广泛的力学性能试验方法。拉伸试验可以测定材料的弹性、强度、塑性、应变硬化和韧性等许多重要的力学性能指标。在工程应用中，拉伸性能是结构静强度设计的主要依据。本章主要介绍在室温大气中，在单向拉伸载荷作用下，用光滑试件测定的具有不同变形和硬化特性的材料的应力-应变曲线和拉伸性能参数，使读者对不同材料的性质有概略的、然而不是较全面的认识。本章将联系金属的微观结构讨论弹性性能、弹性不完善性、塑性变形、应变硬化及有关的力学性能指标和测定方法，以及它们在工程中的实用意义。

断裂是机械和工程构件失效的主要形式之一，它比其它失效形式，如弹塑性失稳、磨损、腐蚀等，更具有危险性。航空航天飞行器及机械或工程结构的主要承力部件若发生断裂，就可能发生灾难性的事故，造成人员生命和财富的巨大损失。本章讨论在室温环境下单向加载时的金属的断裂，按脆性断裂和延性断裂分别进行论述，包括断裂过程与微观机制，断裂的基本理论。

1.1 材料在单向静拉伸载荷下的力学性能，包括测定不同变形和硬化特性的材料的应力-应变曲线和拉伸性能参数，了解不同材料的性质

1.2 弹性变形与塑性变形，包括弹性不完善性、材料的塑性变形的的主要方式等

1.3 断裂的基本理论，包括材料的断裂的基本类型、断裂的微观

特征、理论断裂强度和实际断裂强度等

第二章 材料在其他静加载下的力学性能（4 学时）

机械和工程结构的很多零件是在扭矩、弯矩或轴向压力作用下服役的。因此，需要测定材料在扭转、弯曲和轴向压缩加载下的力学性能，作为零件设计，材料选用和制订热处理工艺的依据。本章介绍扭转、弯曲、压缩、剪切等试验方法及测定的力学性能指标。

测定硬度的方法很多，主要有压入法，回跳法和刻划法三大类。在机械制造业中，主要采用压入法测定材料的硬度。因此，在本章中将作重点介绍。同时，还介绍一些特殊的硬度试验法，以便能根据生产和研究工作的需要，采用合适的硬度测定方法。

2.1 材料在扭转、弯曲和轴向压缩加载下的力学性能

2.2 材料的硬度，包括布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等

第三章 材料在冲击载荷下的力学性能（2 学时）

机械和工程结构的零构件，由于结构细节设计的需要，如钻螺栓孔、铆钉孔、开键槽等等，使零构件的外形具有几何不连续性。这种几何不连续性可以看成是广义的切口。切口的存在改变了零构件中的应力和应变分布：在切口根部引起应力和应变集中，引起应力和应变的多向性。本章主要论述应力集中、应变集中以及切口根部的局部应变的近似计算，切口强度的实验测定，切口强度的计算模型和公式，进而引入切口敏感度系数这一新的材料常数，以及切口冲击韧性、低温脆性及其在生产和研究工作中的应用。

3.1 前言

3.2 局部应力与局部应变

3.3 切口强度的实验测定

3.4 切口强度的估算

3.5 切口敏感度系数

3.6 切口冲击韧性

3.7 低温脆性

第四章 材料的断裂韧性（4 学时）

世纪 20 年代，Griffith 就提出了著名的裂纹体的脆断强度理论。裂纹总会在构件中出现。为防止裂纹体的低应力脆断，不得不对其强度——断裂抗力进行研究，从而形成了断裂力学这样一个新学科。断裂力学的研究内容包括裂纹尖端的应力和应变分析；建立新的断裂判据；断裂力学参量的计算与实验测定，其中包括材料的力学性能新指标——断裂韧性及其测定，断裂机制和提高材料断裂韧性的途径等。断裂力学用于构件的安全性评估或断裂控制设计，是对静强度设计的重大发展和补充，具有重大的工程应用意义。本章扼要介绍裂纹应力分析，裂纹扩展的物理过程，断裂韧性的物理意义、测定及实用意义，以及提高材料的断裂韧性途径等。

4.1 引言

4.2 裂纹的应力分析

4.3 裂纹扩展力或裂纹扩展的能量释放率

4.4 平面应变断裂韧性

4.5 裂纹尖端塑性区*

4.6 平面应变断裂韧性 KIC 的测定

4.7 金属的韧化*

4.8 估算 KIC 的模型和经验关系式*

第五章 材料在变动载荷下的力学性能 （2 学时）

循环载荷作用下,即使所受的应力低于屈服强度,也会发生断裂,这种现象称为疲劳。疲劳断裂、尤其是高强度材料的疲劳断裂,一般不发生明显的塑性变形,难以检测和预防,因而机件的疲劳断裂会造成很大的经济以至生命的损失。疲劳研究的主要目的:①精确地估算机械结构的零构件的疲劳寿命,简称定寿,保证在服役期内零构件不会发生疲劳失效;②采用经济而有效的技术和管理措施以延长疲劳寿命,简称延寿,从而提高产品质量,增强产品在国内外市场上的竞争力。本章主要介绍和讨论金属疲劳的基本概念和一般规律,疲劳失效的过程和机制,估算裂纹形成寿命的方法,疲劳裂纹扩展和裂纹扩展寿命估算,以及延寿技术。

5.1 引言

5.2 金属在对称循环应力下的疲劳

5.3 非对称循环应力下的疲劳

5.4 疲劳切口敏感度

5.5 疲劳失效过程和机制

5.6 应变疲劳

5.7 疲劳裂纹形成寿命的预测*

5.8 疲劳裂纹扩展速率及门槛值

5.9 延寿技术

5.10 低温疲劳*

5.11 冲击疲劳*

第六章材料在环境条件下的力学性能（2 学时）

工程结构和机器总是在一定环境介质中服役的。环境介质对构件材料的力学性能往往有着重要的影响。有时腐蚀性很弱的介质，像水、潮湿空气也能起很大的作用。介质与应力的协同作用，常比它们的单独作用或者二者简单的叠加更为严重。本章将阐述材料的应力腐蚀断裂、氢脆和腐蚀疲劳的特征、评定指标及破坏机理，介绍提高材料环境敏感断裂抗力的途径以及防止环境敏感断裂的措施。

6.1 引言

6.2 应力腐蚀断裂

6.3 氢脆

6.4 腐蚀疲劳

第七章 材料在高温条件下的力学性能（2 学时）

航空航天工业、能源和化学工业的发展，对材料在高温下的力学性能提出了很高的要求。本章将介绍和讨论高温蠕变现象，蠕变抗力和持久强度，蠕变损伤和断裂机制，应力松弛，高温疲劳以及疲劳和蠕变的交互作用等；同时，还将讨论改善高温力学性能的途径。评价材料的高温力学性能指标，是根据机件的服役条件并加以近似制订的，因而要举例说明其工程实用意义。

7.1 引言

7.2 金属的高温拉伸性能

7.3 蠕变极限与持久强度

7.4 蠕变过程中合金组织的变化及变形和断裂机制

7.5 应力松弛

7.6 金属在高温下的疲劳行为

第八章 材料的摩擦和磨损（2 学时）

任何机器运转时，相互接触的零件之间都将因相对运动而产生摩擦，而磨损是摩擦产生的结果。磨损造成表层材料的损耗，使零件尺寸发生变化，影响了零件的使用寿命。生产上总是力求提高零件的耐磨性，从而延长其使用寿命。

8.1 引言

8.2 摩擦及磨损的概念

8.3 磨损试验方法

8.4 磨损机制及影响因素

8.5 接触疲劳

8.6 微动疲劳

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程安排在学生在学习完《理论力学》、《材料力学》材料力学、《材料科学基础》课程的基础上，同时，是后续专业课学习所必须具备材料力学性能知识的基本要求。

五、建议使用教材与教学参考书

建议使用教材：

《材料的力学性能》，时海芳 任鑫 主编，北京大学出版社，2010.8；

教学参考书：

- 1、《金属力学性能》，普通高等教育机电类规划教材（第二版），安徽工学院，束德林主编，机械工业出版社 1994 年；
- 2、《材料的力学性能》（普通高等教育材料科学与工程专业规划教材），西北工业大学 郑修麟 主编，西北工业大学出版社；
- 3、《现代材料力学》，日本京都大学教授 平修二主编；
- 4、《材料力学性能》，材料科学与工程专业系列教材，王吉会等，天津大学出版社；
- 5、《工程材料的力学性能》（修订版），姜伟之等，北京航空航天大学出版社；
- 6、《金属力学性能》，孙茂才，哈尔滨工业大学出版社；
- 7、《工程材料的微细结构和力学性能》，刘孝敏，中国科技大学出版社；
- 8、《工程材料的失效分析》，查理 R.布鲁克等，机械工业出版社；
- 9、《金属构件的失效分析》，廖景娱等，化学工业出版社。

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

重点理解材料的测试方法、裂纹扩展过程与试样或构件断裂面信息联系等，难点在于应力分析、断裂机理等。希望读者通过课堂教学、复习、阅读参考文献、答疑、实验和做练习 6 个教学环节，将本课程学得更好。

此外，希望通过学生自主设计一些材料性能简易测试方法，加深理解材料力学性能有关知识。

七、课程考核及成绩评定方式

1. 学生的期末成绩由任课教师根据考试成绩占 70%，平时成绩占 30%的原则评定，其中平时成绩包括平时作业、平时课堂记录（1/3）和实验成绩（2/3）。

2. 任课教师要对考试试卷和成绩进行统计分析，以评判试卷的合理性，学生的掌握程度，成绩分布的科学性等，为改进教学，提高教学质量和效果提供依据。

《材料分析与测试技术》课程教学大纲

课程编号：060010220

总学时及其分配：总学时 32，期中实验 4 学时。

学分数：2

适用专业：材料成形与控制、金属材料

任课学院、系部：材料学院、材料成形与控制

课程负责人：范广新

编制日期：2016-11

一、课程简介

本课程系金属材料成型与控制工程专业的专业课程。材料分析测试技术是材料研究和分析的基础，是本专业学生必须掌握的专业技能之一。

二、课程教学的目标

本课程重点使学生掌握材料分析测试技术中的 X 射线衍射和电子显微分析技术等的基础理论、试验方法及基本技能，为材料科学和材料工程提供研究测试方法。

教学分为理论教学和实验教学。理论教学着重培养学生运用学过知识综合分析问题能力。实验教学着重培养学生理论联系实际解决问题的能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一部分 X 射线的性质（2 学时）

X 射线在电磁波谱中的波段，X 射线的本质；X 射线产生条件及 X 射线管；X 射线谱，连续谱，特征谱产生机理；X 射线与物质的相互作用，相干散射，非相干散射，X 射线的吸收，吸收系数，吸收限，X 射线衰减规律及其在实际中的应用，选靶与

滤波片。X射线的防护。

第二部分 X射线衍射方向（2学时）

晶体几何学，布拉格方程与讨论；三种衍射方法。

第三部分 X射线衍射强度（3学时）

一个电子的衍射强度，一个原子的衍射强度，一个晶胞的衍射强度与结构因子；
多晶体衍射强度，多重性因子，罗仑兹因子，吸收因子，温度因子，粉末衍射强度；

第四部分 多晶体分析方法（2学时）

粉末照相法（德拜照相法）；

X射线衍射仪法；

衍射仪的测量方法与实验参数，衍射线的指标化；

点阵常数测量中的误差来源，点阵常数的精确测定；

第五部分 X射线物相分析（3学时）

定性分析的原理和分析思路；粉末衍射卡的组成；PDF 卡片的索引；物相定性分析方法；
物相定量分析方法；

第六部分 宏观应力测定、织构分析（2学时）

X射线应力测定原理，单轴应力测定原理，平面应力测定原理；

实验方法，衍射仪法，应力仪法；实验精度的保证及测试原理的适用条件。

第七部分 电子光学基础（2学时）

电子波理论，电磁透镜原理及应用；

第八部分 透射电子显微镜（2学时）

电子波与电磁透镜；电磁透镜的像差与分辨本领，电磁透镜的景深与焦长

透射电子显微镜的结构与成像原理，照明系统，成像系统，观察记录系统；

主要部件（测角器、样品杆、消像散器、光栏）的结构与工作原理；透射电子显微镜的发展。

第九部分 电子衍射（3学时）

电子衍射与X射线衍射的比较；电子衍射原理，布拉格方程、倒易点阵、偏离矢量、电子衍射基本公式；电子显微镜中的电子衍射，有效相机常数，选区衍射，磁偏转角；单晶体电子衍射花样的标定；复杂电子衍射花样，高阶劳埃斑点，超点阵斑点、二次衍射斑点、孪晶斑点，菊池衍射花样。

第十部分 晶体薄膜衍射成像分析（2学时）

衍射成像原理；质厚衬度；衍射衬度，相位衬度，样品的制备。

第十一部分 扫描电子显微镜（3学时）

电子束与固体样品相互作用时产生的物理信号；扫描电子显微镜的结构和工作原理；扫描电子显微镜的主要性能；表面形貌衬度原理及其应用；原子序数衬度原理及其应用。

第十二部分 电子探针显微分析（2学时）

电子探针仪的结构与工作原理，电子探针仪的分析方法及应用，波谱仪，能谱仪。

离子探针

低能电子衍射

俄歇电子能谱仪

场离子显微镜

扫描隧道电子显微镜和原子力显微镜

X射线光电子能谱仪

具体实验安排表

序号	实 验 项 目 名 称	实验内容	学时	实验 类别	实验 类型	每 组 人 数	必 / 选 做	已 开 / 未 开	说明	承担 实验室
1	X 射线分析	X 射线衍射 仪器结构了解，包括 X 射线源，辐射波长和滤 波片的选择和探测器的 原理和衍射装置	2	专 业 基础	验证	15	必做	已开		材料学 院中心 实验室
2	晶 格 常 数测定	通过对已知 样品（固溶 体）进行 X 射线分析， 对得到的图 谱通过对照 JCPDF 卡片， 进行定性分析，准确测 定衍射峰的位置，使用 合适的外推 函数计算准确的晶格常数	2	专 业 基础	综合	15	选做	已开		材料学 院中心 实验室

3	扫描电镜分析	扫描电镜仪器结构了解；结合具体的实验样品进行讲解表面形貌和断裂受力分析，对于不同的表面和断裂面其断裂机理是不同的；对合适的样品进行二次电子像分析和背散射像分析，并对二者进行对比，以深刻理解其原理。	专业基础	专业基础	演示	10	必做	已开		材料学院中心实验室
---	--------	--	------	------	----	----	----	----	--	-----------

4	1) 结合透射电镜实物，介绍其基本结构及工作原理，以加深对透射电镜结构的整体印象，加深对透射电镜工作原理的了解。 2) 选用合适的样品，通过明暗场像操作的实际演示，了解明暗场成像原理。 3) 通过选区电子衍射的实际操作演示，加深对选区电子衍射原理的了解。 4) 选择合适的薄晶体样品，利用双倾台进行样品取向的调整，利用电子衍射花样测定晶体取向的基本方法。	2	专业基础	综合性	10	选做		已开	材料学院中心实验室
---	---	---	------	-----	----	----	--	----	-----------

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般 1 人或 2 人一组，专业课实验一般不超过 5 人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过 15 人一组。

七、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课是大学物理与材料科学基础。联系较多的是大学物理中的光、波、电部

分以及材料科学基础中晶体结构、晶体缺陷等部分。材料科学基础中的有关内容，在本课程中均属应用，未有重复。本课程应着重讲授运用各种仪器研究分析材料结构成分等有关内容。

八、建议使用教材与教学参考书

选用教材：

周玉主编《材料分析测试技术(第二版)》，哈尔滨工业大学出版社，哈尔滨，2009

主要参考书：

黄新民主编《材料分析测试方法》，国防工业出版社，北京，2008

谈育铄煦编《材料研究方法》，机械工业出版社，北京，2004，6。

九、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

课堂理论教学为主结合实验教学，重点内容仪器结构，布拉格方程，成像原理。

后续学习建议：参与老师课题研究、多实践，多分析。

七、课程考核及成绩评定方式

本课程以闭卷考试为主，占总成绩的70%，实验成绩、作业、考勤为辅，占30%。由于本课程是一门实验方法课，实验缺勤不能参加期末考试，总成绩为不及格。

《分析测试技术》课程实验大纲

课程编号：

总学时及其分配：4

学分数：

适用专业：材料成形与控制、金属材料

任课学院、系部：材料学院金属材料工程教研室

课程负责人：米国发

编制日期：2016-11

一、课程简介

本课程系金属材料成型与控制工程专业的专业课程。材料分析测试技术是材料研究和分析的基础，是本专业学生必须掌握的专业技能之一。

二、实验教学目的和基本要求

本课程重点使学生掌握材料分析测试技术中的 X 射线衍射和电子显微分析技术等的基础理论、试验方法及基本技能，为材料科学和材料工程提供研究测试方法。

教学分为理论教学和实验教学。理论教学着重培养学生运用学过知识综合分析问题能力。实验教学着重培养学生理论联系实际解决问题的能力。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
1	X 射线分析作	X 射线衍射仪器结构了解，包括 X 射线源，辐射波长和滤波片的选择和探测器的原理和衍射装置	2	基础	验证	15	必做	已开		

2	X射线物相分析	通过对未知样品进行 X 射线分析, 对得到的图谱通过对照 JCPDF 卡片, 进行定性分析	2	专业	验证	15	选做	已开		
3	晶格常数测定	通过对已知样品(固溶体)进行 X 射线分析, 对得到的图谱通过对照 JCPDF 卡片, 进行定性分析, 准确测定衍射峰的位置, 使用合适的外推函数计算准确的晶格常数	2	专业	验证	15	选做	已开		
4	扫描电镜分析	扫描电镜仪器结构了解; 结合具体的实验样品进行讲解表面形貌和断裂受力分析, 对于不同的表面和断裂面其断裂机理是不同的; 对合适的样品进行二次电子像分析和背散射像分析, 并对二者进行对比, 以深刻理解其原理。	2	专业	验证		必做	已开		
5	薄膜样品的透射电镜观察	1) 结合透射电镜实物, 介绍其基本结构及工作原理, 以加深对透射电镜结构的整体印象, 加深对透射电镜工作原理的了解。 2) 选用合适的样品, 通过明暗场像操作的实际演示, 了解明暗场成像原理。 3) 通过选区电子衍射的实际操作演示, 加深对选区电子衍射原理的了解。 4) 选择合适的薄晶体样品, 利用双倾台进行样品取向的调整, 利用电子衍射花样测定晶体取向的基本方法。	2	专业	验证		选做	已开		

四、考核方式

- 1, 提交实验报告 1
- 2, 实验考核在期末考试中体现, 约占课程总成绩的 20%
- 2, 缺席每次扣 10 分, 缺席 2 次不准参加考试

五、实验教材与参考书

周玉主编《材料分析测试技术(第二版)》, 哈尔滨工业大学出版社, 哈尔滨, 2009

主要参考书:

黄新民主编《材料分析测试方法》, 国防工业出版社, 北京, 2008

谈育铄煦编《材料研究方法》, 机械工业出版社, 北京, 2004, 6。

《塑性成型原理》课程教学大纲

课程编号：060030790

总学时及其分配：总学时 48=理论课时 46+实验课时 2

学分数：3

适用专业：锻压专业

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制工程系

课程负责人：冀国良

编制日期：2016-11-18

一、课程简介

《塑形成型原理》是材料成型及控制工程专业的一门专业基础理论课，目的在于科学地、系统地阐明各种金属塑性成形方法在金属学和力学方面的基本规律和共同基础，为进一步学习塑性成型工艺课程做理论准备，为分析塑性变形物理机制、解决复杂工艺问题及合理制定塑性成形工艺做理论准备。《塑形成型原理》对于培养学生科学精神、理论思维能力、学术创新能力具有重要作用。

二、课程教学的目标

本课程教学目标是：1. 阐明金属塑性成形的金属物理学基础，揭示金属的塑性变形机理，研究外部条件对金属塑性和流动应力的影响。2. 阐明应力、应变、应力应变关系和屈服准则、本构关系等塑性理论基础知识，分析塑性成形力学问题的各种解法及其在具体工艺中的应用，从而科学地确定变形体中的应力应变分布，为选择塑性加工设备和设计模具提供理论基础。3. 阐述塑性成形时的金属流动规律和变形特点，以便确定合理的变形工步和坯料尺寸。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论

1.1 金属塑性加工方法的特点及分类；1.2 本课程的目的和任务；1.3 塑性成形理论的发展概况；1.4 金属塑性加工技术在整个材料成形方法中的地位及其应用。

课堂教学：2 学时。

第二章 张量基础

2.1 矢量和张量的记法、求和约定；2.2 张量的分量转换规律；2.3 张量代数 2.4 常用特殊张量；2.5 主方向与主分量。

课堂教学：4 学时。

第三章 应力分析

3.1 应力张量；3.2 应力张量的坐标变换 3.3 主应力、应力主方向、应力张量不变量；

3.4 最大切应力；3.5 应力偏张量和应力球张量；3.6 八面体应力和等效应力；3.7 应力平衡微分方程；3.8 平面应力问题和轴对称应力问题。

课堂教学：8 学时。

第四章 应变分析

4.1 应变张量；4.2 几何方程；4.3 变形协调方程；4.4 主应变、应变主方向、应变张量不变量；4.5 最大切应变；4.6 应变偏张量和应变球张量；4.7 八面体应变和等效应变；4.8 应变增量和应变速率张量；4.9 平面应变问题和轴对称应变问题的应变张量；4.10 有限应变；4.11 真实应变。

课堂教学：8 学时。

第五章 屈服准则与本构方程

5.1 屈服准则的概念与性质；5.2 屈雷斯加屈服准则和米塞斯屈服准则；5.3 屈服准则的数学方程和几何表达；5.4 屈服准则的实验验证；5.5 应变硬化和后继屈服准则；5.6 弹性本构方程；5.7 加载与卸载准则及杜拉克公设；5.8 增量理论；5.9 全量理论；5.10 最大散逸功原理。

课堂教学：8 学时。

第六章 主应力法及其应用

6.1 主应力法的基本原理；6.2 锻造的主应力法分析；6.3 挤压的主应力法分析；6.4 模锻的主应力法分析；6.5 轧制的主应力法分析课堂教学；6.6 拉深的主应力法分析。

课堂教学：6 学时。

第七章 塑性成形问题的滑移线解法

7.1 滑移线场的基本概念；7.2 滑移线场的应力场理论；7.3 滑移线场的建立方法；7.4 滑移线场的速度场理论；7.5 滑移线场理论在塑性加工中的应用。

课堂教学：6 学时。

第八章 上限法及其应用

8.1 虚功原理和能量基本方程；8.2 上限定理和下限定理；8.3 上限定理的应用；8.4 功平衡法。

课堂教学：4 学时。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	摩擦系数测定	金属圆柱试样压缩的摩擦系数	2	专业基础	综合性	5	必做	已开		材控实验室

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程是《理论力学》和《材料力学》。本课程的后续课程是《锻造工艺学》、

《冲压工艺学》、《轧制工艺学》和《塑性成形数值模拟》。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 董湘怀 主编,《金属塑性成形原理》,机械工业出版社,2011.7
- [2] 卓卫东 主编 《应用弹塑性力学》,科学出版社,2013.10
- [3] 康永林 洪慧平 译 《金属塑性成形导论》,高等教育出版社,2010.3

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

阐明基本概念及定理公式的丰富深刻的物理意义;阐明主要定理公式的推导思路与数学技巧;培养学生利用塑性力学基本理论及初等求解方法分析解决工程实际问题的能力;利用最新研究成果和文献资料来阐明塑性力学的基本知识和理论;提供典型例题和习题,培养学生应用塑性力学基本知识和理论的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

(1) 课程考核主要内容

1. 矢量和张量的记法、求和约定、张量的分量转换规律。
2. 斜面应力公式、应力张量、应力张量不变量、应力偏量、应力球张量、等效应力、应力平衡方程、平面问题和轴对称问题的应力状态的特点;
3. 应变张量、主应变、应变主轴、应变张量不变量、主切应变与最大切应变、应变偏张量和应变球张量、等效应变、应变增量和应变速率张量等概念及其表达式,几何方程、应变连续方程,平面应变问题和轴对称应变问题的应变张量、几何方程的特点,真实应变的表示方法。
4. 米塞斯屈服准则、屈雷斯加屈服准则及后继屈服准则的数学表达式及其物理意义;加载、卸载准则、杜拉克公设;增量理论、全量理论、最大散逸功原理。
5. 主应力法的基本原理、虚功原理和上限定理,主应力法、上限定理在求解简单典型的塑性成形问题中的应用。

(2) 成绩评定方式

闭卷考试,试题形式有填空题、简答题、综合题,其中卷面成绩占最后总成绩的 70%,平时成绩占 30%。

材料学院

《塑性成型原理》

实验指导书

适用专业：锻压

冀国良 编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

本课程实验是使学生理解掌握塑性成型基本原理的概念、理论和知识的一个重要教学环节，也是使学生培养实验技能、提高动手能力的一个重要的实验环节。通过压缩试验，了解摩擦系数测定的实验原理，掌握摩擦系数对锻造变形不均匀的影响规律，掌握数据处理方法。本实验适用于锻压专业学生。

目 录

摩擦系数测定.....	1
-------------	---

实验一 摩擦系数测定

实验类型：综合性

实验学时：2

实验要求：（必修）

一、实验目的

了解摩擦系数测定的实验原理，掌握摩擦系数对镦粗变形不均匀的影响规律。理解万能材料试验机的工作原理，了解其性能参数、适应范围及注意事项，熟悉操作规程，掌握操作技能，学会正确使用。学会分析处理数据，计算摩擦系数。

二、实验内容

- (1)了解摩擦系数计算公式的推导方法。
- (2)了解圆柱试样断面摩擦对镦粗变形不均匀的影响规律。
- (3)了解各种润滑剂的润滑性能及摩擦系数。
- (4)学会试验数据的处理方法。

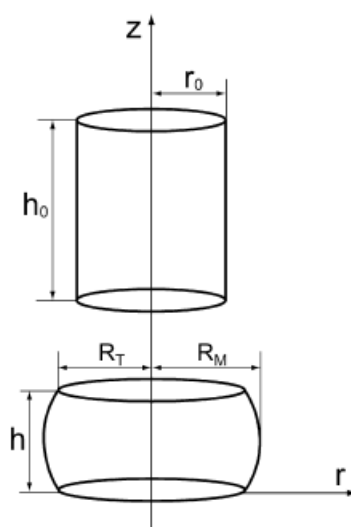
三、仪器设备

万能材料试验机

四、所需耗材

铜合金圆柱试样，试样规格 $\varnothing 8 \times 12\text{mm}$ 。

五、实验原理、方法和手段



圆柱试验压缩示意图

计算摩擦系数的公式如下

$$m = \frac{(R/h)b}{(4/\sqrt{3}) - (2b/3\sqrt{3})}$$

其中， r_0 和 h_0 分别是压缩变形前圆柱试样的半径和高度； R 和 h 分别是压缩变形后圆柱试样的半径和高度， h 是压缩变形后测量得到的试样高度， R 是计算得到的压缩变形后圆柱试样的平均半径。

$$R = r_0 \sqrt{\frac{h_0}{h}}$$

b 是鼓形系数；

$$b = 4 \cdot \frac{R_M - R_T}{R} \cdot \frac{h}{h_0 - h}$$

R_T 和 R_M 分别是压缩变形后圆柱试样的最小半径和最大半径。由于最小半径 R_T 测量困难，也可以使用下述公式计算。

$$R_T = \sqrt{3 \frac{h_0}{h} r_0^2 - 2R_M^2}$$

六、实验步骤

- (1)将圆柱试样不涂敷润滑剂、涂敷石墨、机油润滑剂；
- (2)将圆柱试样夹持到万能材料试验机的夹持器；
- (3)压缩试样，高度减小 40%；
- (4)记录试验的应力应变曲线；
- (5)测定压缩后试样的端面直径、鼓形直径和高度。

七、实验结果处理

八、实验注意事项

九、预习与思考题

十、实验报告要求

本课程对实验报告的要求（应包括对报告内容的要求）。

- 1、实验目的
- 2、实验原理
- 3、原始数据
- 4、利用实验数据计算摩擦系数
- 5、比较不同润滑剂的摩擦系数大小
- 6、利用摩擦系数修正应力应变曲线
- 7、分析变形规律

《焊接方法与设备》课程教学大纲

课程编号：061030960

总学时及其分配：总学时 32，实验课时 4，理论课时 28

学分数：2

适用专业：材料成型与控制工程

任课学院、系部：材料学院材料成型与控制工程系

课程负责人：徐冬霞

编制日期：2016/11/11

一、课程简介

《焊接方法与设备》课程为材料成形与控制工程专业本科生焊接工艺及设备方向的专业方向必修课。通过本课程学习，主要让学生了解两部分内容。第一部分为电弧焊，首先掌握焊接电弧的导电特性，电弧的热源和力源特性，焊丝的熔化和熔滴过渡，母材熔化和焊缝成形，然后再分别了解埋弧焊、钨极氩弧焊、熔化极氩弧焊，CO₂ 电弧焊的基本原理、特点和应用等方面的基本知识。目的是使学生掌握常用焊接方法的原理，了解焊接设备的结构及工作原理，培养学生能够根据工程的实际需要选用适宜的焊接方法与焊接设备，选用焊接材料以及制订焊接工艺，初步具备分析和解决焊接生产实际问题的能力。使学生初步具有与焊接技术与工程领域有关的科学研究、技术开发、生产、设计及经营管理等方面的工作。

二、课程教学的目标

1. 知识培养目标

(1) 了解焊接工艺的发展史；常用的焊接术语、标准与代号；理解焊接本质、特点及分类。

(2) 熟练掌握与熔焊电弧有关的基本概念；了解电弧特性及其控制，磁场对电弧的影响，应用界限；掌握电弧温度分布及其作用、焊接工艺的影响。

(3) 掌握熔滴过渡特点；熟练掌握焊接参数对焊缝形状尺寸的影响；理解各种焊缝缺陷形成的原因及预防措施，了解电弧焊的程序自动控制及自动调节系统。

(4) 了解常规熔焊方法（埋弧焊、熔化极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊等焊接方法）原理、特点及应用；掌握常规熔焊方法的熔滴过渡特点及焊接工艺。

2. 能力培养目标

- (1) 初步具备焊接工艺设计能力。
- (2) 根据不同的材料初步具备选择熔焊方法与设备的能力。
- (3) 初步具备焊接设备调试及维护的能力。

3. 素质培养目标

通过课程学习，培养学生初步具有焊接工程师必备的焊接工艺设计与选择、维护及调试焊接设备的知识素质和能力素质。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要介绍了常用焊接方法的原理，焊接设备的结构及工作原理，是焊接类专业课程的学习、焊接类科学研究及生产实践的基础，有很强的实用性。主要教学内容如下：

第一章 焊接电弧

目标要求：(1) 掌握电弧中带电粒子的产生过程

- (2) 掌握电弧各区域的导电机构
- (3) 掌握阴极斑点和阳极斑点的形成条件
- (4) 熟悉电弧的静特性
- (5) 熟悉焊接电弧的产热机构
- (6) 掌握电弧力及其影响因素
- (7) 熟悉磁场对电弧的作用

采用课堂教学，4 学时。

第二章 焊丝的加热、熔化及熔滴过渡

- 目标要求：（1）掌握焊丝的加热及熔化特性与影响因素
- （2）掌握熔滴上的作用力与熔滴过渡的主要形式
- （3）掌握飞溅特点与熔滴过渡的控制

采用课堂教学，4 学时。

第三章 母材熔化和焊缝成形

- 目标要求：（1）熟悉掌握工件上的比热流分布
- （2）熟悉熔池受力和微量元素对熔池形状的影响
- （3）掌握焊接参数和工艺因素对焊缝尺寸的影响

采用课堂教学，2 学时。

第四章 电弧焊自动控制基础（2 学时）

- 目标要求： 1）熟悉熔化极电弧焊的自动调节系统；2）熟悉恒速调节系统；3）熟悉电弧焊的程序自动控制。采用课堂教学，2 学时。

第五章 埋弧焊

- 目标要求：（1）掌握埋弧焊熔化金属和熔渣之间的主要冶金反应；
- （2）掌握等速送丝调节系统的调节原理及特点；
- （3）掌握电弧电压反馈调节系统的调节原理及特点。

采用课堂教学，2 学时。

第六章 钨极氩弧焊

- 目标要求：（1）熟悉气体保护效果和焊接结构
- （2）掌握电流种类和极性的选择及特点

(3) 掌握钨极脉冲氩弧焊的特点

采用课堂教学，2 学时。

第七章 熔化极氩弧焊

目标要求：(1) 掌握熔化极氩弧焊的特点、原理及应用

(2) 掌握熔化极氩弧焊设备和焊接材料

(3) 掌握亚射流过渡及自调节作用

(4) 掌握混合气体的特点及应用

采用课堂教学，4 学时。

第八章 二氧化碳气体保护焊

目标要求：(1) 掌握二氧化碳气体保护焊的特点、原理及应用

(2) 掌握二氧化碳气体保护焊设备和焊接材料

(3) 掌握二氧化碳气体保护焊的冶金特性

(4) 掌握二氧化碳气体保护焊减少金属飞溅的措施

采用课堂教学，4 学时。

第九章 等离子弧焊接与喷涂

目标要求：(1) 掌握等离子弧特性及发生器，了解等离子弧的应用

(2) 了解等离子弧喷涂

采用课堂教学，2 学时。

第十章 电渣焊

目标要求：(1) 掌握电渣焊的特点、工作原理及应用

(2) 了解电渣焊设备和焊接材料

采用课堂教学，1 学时。

第十一章 高能束流焊

目标要求：（1）了解电子束焊焊接工艺

（2）了解激光焊焊接工艺

采用课堂教学，1 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《焊接方法与设备》课程的主要专业技术基础课程是《焊接冶金学》、《金属学及热处理》、《材料成型原理》、《金属焊接性》等课程。同时，本课程着重于专业的基础性和共性，突出三条主线并注重主线之间的相互联系，即常用焊接方法、常用金属的焊接性、焊接设备，将课程教学内容分为相互联系的三个部分，理论联系实际，建立学生对《焊接方法与设备》课程的整体认识，并且使学生较为充分地掌握系统的专业基础和与共性知识。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

王宗杰 编著《熔焊方法及设备》 机械工业出版社. 2006

参 考 书：

[1] 周兴中主编. 焊接方法及设备. 机械工业出版社, 1990

[2] 周振丰主编. 焊接冶金学—金属焊接. 机械工业出版社. 2002

[3] 张连生主编. 金属材料焊接. 机械工业出版社. 2004

[4] 王宗杰主编. 工程材料焊接技术问答. 机械工业出版社. 2003

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 教学方法

以课堂讲授为主，采用启发式和讨论式教学方法，根据教学内容

适时安排课堂讨论，培养学生提出问题和解决问题的能力。

2. 教学手段

辅以多媒体以及实验动手操作的教学形式，培养工程意识和实践能力。

课程内容的重点和难点

1. 绪论与焊接电弧

重点：各种焊接工艺方法；焊接基本概念；电弧的基本原理；电弧温度分布及其作用。

难点：电弧物理；直流极性与交流的电弧特性及其控制；电弧温度分布及其作用。

2. 焊丝的熔化与熔滴过渡

重点：熔滴上的作用力；熔滴过渡的主要形式和特点。

难点：不同熔滴过渡产生的原因。

3. 母材熔化与焊缝成形

重点：熔池的尺寸与焊接电弧热的关系；熔池受到的力及其对焊缝形成的影响；焊接工艺参数对焊缝成形的影响；焊缝成形缺陷及其防止。

难点：熔池受到的力对焊缝成形的影响；焊接工艺参数对焊缝成形的影响。

4. 电弧焊自动焊控制基础

难点：电弧焊的程序自动控制；电弧焊的自动调节系统；弧焊机器人概述。

难点：电弧焊的自动调节。

5. 埋弧焊

重点：埋弧焊冶金特点；埋弧焊电弧特性；埋弧焊工艺。

难点：埋弧焊焊接材料选用原则。

6. 钨极氩弧焊

重点：钨极氩弧焊工艺；脉冲钨极氩弧焊的工艺。

难点：钨极氩弧焊工艺参数的选择原则。

7. 熔化极氩弧焊

重点：MIG/MAG 焊熔滴过渡；MIG 焊的自动调节系统；MIG 焊工艺。

难点：MIG/MAG 焊熔滴过渡；MIG 焊的自动调节系统。

8. 二氧化碳气体保护焊

重点：气保焊熔滴过渡的特点及化学冶金点；飞溅问题及控制措施；气保焊工艺。

难点：气体保护焊熔滴过渡的特点及飞溅问题及控制措施。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方法：考试

成绩评定方式：考试成绩占 70%，平时成绩占 30%（包括平时出勤、作业、实验）

课程实验大纲文本格式

《焊接方法及设备》课程实验大纲

课程编号：061030960

总学时及其分配：4

学分数：

适用专业：材料成型与控制工程

任课学院、系部：材料学院 材料成型与控制工程系

课程负责人：

编制日期：2016/11/11

一、课程简介

本课程是材料成型及控制工程专业（焊接方向）的主要专业实验课程，概括了几乎常规的焊接工艺方法的基本原理和技术。通过本实验课程的学习，可使学生在深入的掌握焊接电弧焊基础内容；熟悉各种电弧焊接方法的特点、工作原理及工艺设备等方面的内容。对焊接过程控制及焊接技术的最新进展有一定的了解。旨在加强学生的感性知识，提高学生的动手能力，培养学生的工程意识和创新精神，让学生学会使用实验方法和手段去研究和解决科学问题。对学生工程素质的培养具有非常重要的意义。

本实验课程的任务是：

1. 通过实验加深对电弧焊有关理论知识的感性认识和理解。

2. 培养学生科学实验能力，其中包括：

（1）能够通过阅读实验指导书作好实验前的准备，能够借助教材或设备说明书正确使用试验设备和常用仪器；

（2）通过工艺实验，扩大学生知识面，培养学生综合运用基础知识，加强学生动手能力和设计研究的能力。要求学生能将理论联系工程实际中的焊接问题，培养其主动研究的探索精神。

二、实验教学目的和基本要求

本课程实验的主要目的主要是让学生掌握各种焊接设备的构成、工作原理及性能特点，会掌握一种或多种设备进行工艺试验。

各实验项目的基本要求如下：

1. 埋弧焊工艺实验：
 - (1) 了解埋弧焊机的基本结构；
 - (2) 掌握埋弧焊工艺基本操作：焊前准备，根据工件材质、厚度、焊丝直径确定工艺参数；
 - (3) 了解焊接规范参数对焊缝成形的影响。
2. 熔化极气体保护焊工艺实验
 - (1) 掌握熔化极气体保护焊设备的构成与性能；
 - (2) 掌握熔化极气体保护焊接工艺基本操作。
3. 钨极气体保护焊工艺实验：
 - (1) 了解TIG焊机的内部结构及主要性能参数；
 - (2) 掌握直流正接/反接TIG焊钨极烧损规律；
4. CO₂气体保护焊工艺实验：
 - (1) 了解CO₂气体保护焊焊接设备的结构，掌握其操作方法；
 - (2) 根据板厚和焊丝直径确定规范参数；
 - (3) 以较佳的规范参数作为标准，在其他规范参数保持不变的条件下，每次只调变一个规范参数进行焊接，观测规范参数的影响，并记录观察与测得的结果；
 - (4) 焊接对接试板，并对焊好的焊缝进行超声波探伤。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
1	钨极氩弧焊工艺实验	内容：TIG 焊工艺实验 要求：了解 TIG 焊设备组成及焊接原理、安装调试，熟悉操作过程及注意事项	2	验证	必修	8	必做	已开		焊接实验室
2	埋弧焊工艺实验	内容：埋弧焊工艺实验 要求：了解埋弧焊设备原理及组成，熟悉操作过程及注意事项	2	验证	必修	8	必做	已开		焊接实验室
3	熔化极气体保护焊工艺实验	内容：熔化极气体保护焊工艺实验 要求：了解熔化极气体保护焊设备的构成与性能；熟悉熔化极气体保护焊接工艺	2	验证	必修	8	选做	未开		焊接实验室

4	CO ₂ 气体保护焊工艺实验	内容：CO ₂ 焊工艺实验 要求：了解 CO ₂ 焊设备的基本组成及焊接原理及 CO ₂ 焊飞溅的原因，熟悉操作过程及注意事项。	2	实验 证	选修	8	选做	未开		焊接实验室
5										

四、考核方式

实验课成绩单独按五级分记录考试成绩。实验成绩主要根据实验课前准备，实验操作能力和表现，以及实验报告的完成质量综合进行评定。最终的集中考试结果占总成绩的20%。

评定各级成绩时，可参考以下标准：

（一）优秀（很好）

正确理解实验的目的要求，能独立、顺利而正确地完成各项实验操作，会分析和处理实验中遇到的问题，能掌握所学的各项实验技能，能较好地完成实验报告及其它各项实验作业，有一定创造精神和能力。有良好的实验室工作作风和习惯。

（二）良好（较好）

能够理解实验的目的和要求，能认真而正确地完成各项实验操作，能分析和处理实验中遇到的一些问题。能掌握所学实验技能的绝大部分，对难度较大的操作完成有困难。能一般完成实验报告和其它实验作业。有较好的实验习惯和工作作风。

（三）中等（一般）

能够初步理解实验目的要求，能认真努力进行各项实验操作，但技巧较差。能分析和处理实验中一些较容易的问题，掌握实验技能的大部分。有30%掌握得不好。能一般完成各项实验作业和报告。处理问题缺乏条理。工作作风较好。能认真遵守各项规章制度。学习努力。

（四）及格（较差）

只能机械地了解实验内容，能一般按图或按实验步骤“照方抓药”完成实验操作，能完成60%所学的实验技能，有些虽作但不准确。遇到问题常常缺管道解决的办法，在别人启发下能作些简单处理，但效果不理想。能一般完成实验报告，能认真遵守实验室各项规章制度，工作中有小的习惯性毛病（如工作无计划，处理问题缺乏条理）。

（五）不及格（很差）

盲目地“照方抓药”，只掌握 50%的所学实验技能。有些实验虽能作，但一般效果不好，操作不正确。工作忙乱无条理。一般能遵守实验室规章制度，但常有小的错误。实验报告较多的时候有错误，遇到问题时说不明原因，在教师指导下也较难完成各项实验作业，或有些小聪明但不努力，不求上进。

五、大纲说明

1. 实验应分小组进行，根据实验性质的不同每组可编制不同的人数。
2. 在实验教师的指导下学生应独立完成实验。
3. 要求学生通过实验掌握实验的基本技能和方法，对实验现象进行理论分析，对实验结果与理论计算结果进行对比分析，按质按量完成实验报告。
4. 实验报告要求：内容完整，字迹清楚，书写规范，图表标识完整，数据正确。

六、实验教材与参考书

1. 材料成型及控制工程专业实验教程，米国发，历长云等，冶金工业出版社，2011年
2. 材料成型与控制实验教程（焊接分册），程方杰，王斌，李永莲，冶金工业出版社，2011年

《工程材料》课程教学大纲

课程编号：061030940

总学时及其分配：总学时 32 学时，其中授课 28 学时，实验 2 学时

学分数：2

适用专业：材料成型及控制工程

任课学院、系部：材料学院材料加工工程系

课程负责人：黄丹

编制日期：2016.7.5

一、课程简介

《工程材料》又称《机械工程材料及热处理》或《机械工程材料》，是材料成型与控制专业必修的技术基础课。该课程理论性较强，新概念较多，同时又与生产实际有着密切联系。为了使學生较好地消化所学知识，在学习本课程前，學生应安排金工实习，使他们对金属冶炼、加工及热处理有一个概括认识；先修《材料科学基础》，掌握金属学及热处理基本理论知识。本课程主要讲授合金钢种类、牌号、热处理特点及应用，以及其他有色合金（铝合金、镁合金、钛合金、铜合金、轴承合金等等）的种类、牌号、成份、强化措施及其应用。最后，还简要介绍了其他非金属工程材料，如无机非金属材料和高分子材料。为學生从事机械设计、制造及相关的工作打下基础。

二、课程教学的目标

通过本课程学习，要求学生：

1. 系统掌握金属材料基本理论及基本知识，初步具备应用所学理论知识分析解决实际问题的能力，为选材和热处理工艺制定打下一定的基础。
2. 使學生在金属材料基础理论及基本知识方面具备应用阅读一般专业文献及进一步提高自修能力。
3. 初步具备应用光学金相分析金属及合金组织的能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第10章 钢铁材料

14 学时

- 10.1 钢的分类与编号
- 10.2 合金元素在钢中的主要作用
- 10.3 合金结构钢
- 10.4 合金工具钢
- 10.5 特殊性能钢及合金
- 10.6 铸铁

第11章 有色金属及其合金

8 学时

- 11.1 铝及其合金
- 11.2 铜及其合金
- 11.3 钛及其合金
- 11.4 镁及其合金
- 11.5 轴承合金
- 11.6 镍合金和钴合金
- 11.7 新型及特种用途材料

第12章 非金属材料

4 学时

- 12.1 陶瓷材料
- 12.2 高分子材料
- 12.3 复合材料

习题及复习

2 学时

实验

2 学时

具体实验安排表如下：

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必 / 选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	合金钢显微组织观察与分析	9SiCr/40Cr/W18Cr4V 等合金钢样品的显微组织观察与分析	2	技术基础	验证性	5	必做	已开		磨样室和显微镜室
2	有色金属显微组织观察与分析	6061 铝合金/青铜合金等有色金属样品显微组织观察与分析	2	技术基础	验证性	5	必做	已开		磨样室和显微镜室
3										

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般 1 人或 2 人一组，专业课实验一般不超过 5 人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过 15 人一组。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

物理化学、材料科学基础

五、建议使用教材与教学参考书

教材：文九巴等.材料科学与工程. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2007

参考书：

(1) 胡赓祥等. 材料科学基础（第 2 版） 上海：上海交通大学出版社, 2001

(2) 吴承建. 金属材料学. 北京：冶金工业出版社, 2009

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

教学方法：课程教授+实验验证，配合一定的作业和课堂提问。

学习建议：工程材料涵盖面广，理论基础为物理化学、材料科学基础等，但理论应用非常灵活，且同工程实践密切相关，需要长期的学习和经验的累积。是一个终身学习的过程。学生应在后续学习中反复复习、利用后续课程或实践中遇到的真实问题不断深入理解，利用长期经历不断扩展精通内容。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩 30%，期末卷面成绩 70%

材料科学与工程学院

《工程材料》 实验指导书

适用专业 (材料成型及控制工程):

黄丹 编写(宋体, 小三号)

河南理工大学

二〇一六年七月

前 言

《工程材料》又称《机械工程材料及热处理》或《机械工程材料》，是材料成型与控制专业必修的技术基础课。工程材料实验是该课程的重要组成部分。工程材料实验指导书是课程教学的重要补充，针对工程材料课程实验内容而制定。是学生按要求完成实验、教师准备和指导实验操作及观察分析的依据。主要包括典型合金钢显微组织的观察和工程典型有色合金的显微组织观察。

目 录

典型合金钢显微组织观察.....1

典型有色金属显微组织观察.....4

•
•
•

实验一 典型合金钢显微组织观察

实验类型： 验证性 实验学时： 2 实验要求： 必修

一、实验目的

- 1、观察和分析常用合金钢的显微组织；
- 2、熟悉常用的合金结构钢，如高速钢、调质钢等的显微组织；
- 3、熟悉常用的合金工具钢、刃具钢等的显微组织；
- 4、进一步加深理解不同材料的成分（合金元素）、组织和性能与工艺（不同状态）之间的关系。

二、实验内容

- 1、观察表 1 中（可选）所列试样之一的显微组织，搞清各组织组成物的形态特征及形成。
- 2、划出部分组织示意图。

表 1 可选合金钢钢种及侵蚀方式

编号	样品名称	处理状态	腐蚀剂	金相组织
1	合金结构钢 40Cr	淬火	4% 硝酸酒精	M+A
2	合金结构钢 40Cr	淬火 + 高温回火	4% 硝酸酒精	回火索氏体 S
3	合金弹簧钢 60Si2Mn	淬火 + 低温回火	4% 硝酸酒精	回火马氏体 M
4	合金轴承钢 GCr15	淬火	4%	M+A

			硝酸酒精	
5	合金轴承钢 GCr15	淬 火 + 低 温回火	4% 硝酸酒精	回 火 马 氏 体 + 粒 状 碳 化 物
6	低合金工具钢 9SiCr	淬 火 + 低 温回火	4% 硝酸酒精	回 火 M

三、仪器设备

抛光机、金相显微镜

四、所需耗材

金相砂纸、抛光剂、腐蚀剂

五、实验原理、方法和手段

依照金相显微观察基本原理和手段进行。

六、实验步骤

- 1、对已准备好的试样进行观察，并分析其组织和性能的关系；
- 2、观察常用合金钢的组织形态；
- 3、描绘出典型组织的组织示意图；
- 4、简述合金元素加入对钢的组织 and 性能的影响；
- 5、简述合金钢按照用途分为几种。

七、实验结果处理

金相显微镜下观察样品显微组织并绘制组织示意图，标注各相名称，并结合成分和热处理条件分析组织演化与形成原因。

八、实验注意事项

- 1、操作过程中严禁打闹；

- 2、制样过程依次按照磨光、抛光、腐蚀进行；
- 3、注意节约使用砂纸和抛光剂；
- 4、人多时排队使用抛光机；
- 5、上镜观察前必须吹干样品（抛光后、腐蚀后观察时均如此）；
- 6、严禁在实验室内和实验室间跑动。
- 7、制样结束后，需整理自己的制样用具和环境。

九、预习与思考题

- 1、合金元素对钢的组织 and 性能的影响主要表现在哪些方面？
- 2、不同用途的合金钢都有哪些针对性的性能要求？
- 3、高强度、高硬度、高韧性等性能指标可由什么参数来表征？

如何通过钢成分和热处理来实现？

十、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

实验二 典型有色合金显微组织观察

实验类型： 验证性 实验学时： 2 实验要求： 必修

一、实验目的

- 1、观察和分析常用有色合金的显微组织；
- 2、熟悉常用的工程有色合金，如铝合金、镁合金等的显微组织；
- 3、进一步加深理解不同合金显微组织与材料的成分、组织和性能与工艺（不同状态）之间的关系。

二、实验内容

- 1、观察 Al-Si 合金热处理后的显微组织，搞清各组织组成物的形态特征及形成。

- 2、画出部分组织示意图。

三、仪器设备

抛光机、吹风机、金相显微镜等

四、所需耗材

金相砂纸、抛光剂、腐蚀剂

五、实验原理、方法和手段

依照金相显微观察基本原理和手段进行。

六、实验步骤

- 1、对已准备好的试样进行观察，并分析其组织和性能的关系；
- 2、观察样品的组织形态；
- 3、描绘出典型组织的组织示意图；
- 4、简述合金元素加入对 Al 合金的组织 and 性能的影响；

5、简述铝合金按照用途分为几种。

七、实验结果处理

金相显微镜下观察样品显微组织并绘制组织示意图,标注各相名称,并结合成分和热处理条件分析组织演化与形成原因。

八、实验注意事项

- 1、操作过程中严禁打闹;
- 2、制样过程依次按照磨光、抛光、腐蚀进行;
- 3、注意节约使用砂纸和抛光剂;
- 4、人多时排队使用抛光机;
- 5、上镜观察前必须吹干样品(抛光后、腐蚀后观察时均如此);
- 6、严禁在实验室内和实验室间跑动。
- 7、制样结束后,需整理自己的制样用具和环境。

九、预习与思考题

- 1、典型工程铝合金有几大系列?
- 2、为何铝合金分为铸造铝合金和变形铝合金?
- 3、铝合金的热处理有何特点?

十、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

《凝固技术及控制》课程教学大纲

课程编号：060030350

总学时及其分配：

总学时 48 学时，课堂教学 44 学时，实验教学（在企业）4 学时

学分数：3

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料学院

课程负责人：郭学锋

编制日期：2016.11.17

一、课程简介

本课程是材料成型与控制的专业技术基础课。是材料科学基础，物理化学和金属工艺学课程的后续课程。也是铸造工艺与设计，铸造合金及其熔炼等专业课程的基础。因此，该课程承前启后，是重要的核心课程。学生在学习该课程之后，可以将原理用于工艺实践。针对本课程所确立的教学理念与教学目标，既要注重传授本学科成熟的基础内容，又要站在学科前沿，传授最新的研究进展；既注重基础理论，又要注重工程应用。课程分为长短学时两种要求，长学时为 60 学时，短学时为 48 学时。长学时为对凝固基础有兴趣的同学深入学习用，短学时为正常本科课时。

二、课程教学的目标

本课程重点阐述材料由液相凝固成型的基本理论和分析问题的基本方法，不涉及具体工艺技术和相关参数，那些内容将在后续课程或有关专著中论述。本课程在第六学期开设，学生在学完本课程后，在专业基本理论和实际知识方面达到如下要求：

- 1、了解液态金属和合金的结构及性能，掌握液态金属和合金的凝固、结晶基本规律和冶金处理及它们对材质和零件性能的影响。
- 2、掌握材料成形过程中化学冶金的现象、缺陷的成形机理、影响因素及预防措施。

重点：熔体结构、凝固理论，铸件宏观凝固组织的形成与控制。

难点：凝固理论、偏析。

三、课程教学的基本内容及教学安排

- 第1章 绪论 Introduction (0.5 学时)
- 第2章：液体金属 The Melts (3.5 学时)
- 2.1 液体与固体的区别
 - 2.2 表面张力 (重要概念, 必须掌握)
 - 2.3 润湿性 (重要概念, 必须掌握)
 - 2.4 液体金属与环境的相互作用
 - 2.5 表面膜的形成
 - 2.6 卷入机理;
 - 2.7 卷入缺陷
 - 2.8 双层膜的卷入过程 (重要概念, 必须掌握)
 - 2.9 双层膜的聚团与展开
- 第3章 液体金属的流动 Flow (2 学时)
- 3.1 金属表面膜对流动的影响
 - 3.2 液体金属的流动性 (重要概念, 必须掌握)
 - 3.3 连续流动性
- 第4章 凝固基本理论 Principles of Solidification (12 学时)
- (重要章节, 必须掌握)
- 4.1 纯金属凝固的热力学
 - 4.2 形核
 - 4.3 生长
 - 4.4 单相合金的平界面凝固
 - 4.5 胞状凝固
 - 4.6 共晶合金的平界面凝固
- 第5章 铸件的凝固 Solidification Structure (6 学时)
- (重要章节, 必须掌握)
- 5.1 热传输
 - 5.2 凝固模式
 - 5.3 枝晶生长
- 第6章 偏析 Segregation (5 学时)
- 6.1 平界面偏析
 - 6.2 微观偏析 (重要概念, 必须掌握)
 - 6.3 枝晶偏析 (重要概念, 必须掌握)
 - 6.4 比重偏析
- 第7章 气孔 Gas Porosity (5 学时)

- 7.1 气孔的形核
- 7.2 皮下气孔;
- 7.3 气孔的生长;
- 7.4 呛气孔

第8章 凝固收缩 Solidification Shrinkage (5 学时)

- 8.1 收缩行为;
- 8.2 凝固收缩; (重要概念, 必须掌握)
- 8.3 补缩机理; (重要概念, 必须掌握)
- 8.4 补缩准则
- 8.5 缩孔的形核
- 8.6 缩孔的生长
- 8.7 缩孔的最终形状

第9章 线收缩 Linear contraction (5 学时)

- 9.1 均匀收缩;
- 9.2 非均匀收缩-变形
- 9.4 热裂
- 9.5 冷裂
- 9.6 残余应力

实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	合金流动性的测定实验	观察铸铁和铸钢的流动性; 分析温度的影响	2	专业基础	综合	10	必做	已开	在企业现场	材料实验中心 (主讲教师带指导)
2	铸造应力测试实验	观察铸铁和铸钢的铸造应力	2	专业基础	综合	10	必做	已开	在企业现场	材料实验中心 (主讲教师带指导)

注: “实验类别”为基础、技术(专业)基础、专业、科研、生产、毕业设计(论文)或其它; “实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性; “每组人数”为基础或专业基础课实验一般1人或2人一组, 专业课实验一般不超过5人, 有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限, 但最多不超过15人一组。

四、本课程与其他课程的联系(先修后续关系)

先开课程:

061030150—金属加工工艺基础 Fundamental of Metal Processing

040000280—机械设计基础 The Fundamental of Machine Design

040000320—流体力学 Fluid Dynamics

040200020—传热学 Theory of heat transfer

060030960—材料科学基础 Fundamentals of Materials Science

后续课程:

060030720—特种铸造 Special Casting

060030340—铸造合金及熔炼 Melting and Casting Alloy

061030501—铸造工程基础 Casting Engineering Foundation

五、建议使用教材与教学参考书

本课程采用教材

(1) 中国矿业大学出版社出版“材料成型原理”，郭学锋 等主编，2013 年出版。

(2) 国外原版教材“Castings”（第二版）。该书由著名冶金和凝固专家, 英国伯明翰大学 John Campbell 教授编著, Elsevier Butterworth Heinemann 出版。

本课程参考书

选择哈尔滨工业大学安阁英教授主编的“铸件形成理论”作为中文辅助教材。

对于有能力和对凝固技术与理论有特殊兴趣的同学，指定了以下参考资料：

- 马幼平，许云华. 金属凝固原理及技术. 北京：冶金工业出版社, 2008.
- 周尧和等. 凝固技术. 北京：机械工业出版社，1998
- 大野笃美（日），邢建东 译. 金属的凝固理论、实践及应用，北京：机械工业出版社，1990.
- Kurz W., Fisher D.J., 毛协民等译. 凝固原理(Fundamentals of solidification): 西安：西北工业大学出版社，1987.
- 胡汉起主编，金属凝固原理（第2版），北京：机械工业出版社，2000.
- 常国威，王建中. 金属凝固过程中的晶体生长与控制，北京：冶金工业出版社，2002.
- 张伟强. 金属电磁凝固原理与技术，北京：冶金工业出版社，2004.
- 陶春虎. 定向凝固高温合金的结晶，北京：国防工业出版社，2007.

李庆春，铸件形成理论基础，北京：机械工业出版社，1982

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

重点：熔体结构、凝固理论，铸件宏观凝固组织的形成与控制。

难点：凝固理论、偏析。

教学手段：讨论、辅导。

七、课程考核及成绩评定方式

考试方式：笔试闭卷（80%）+实验成绩（5%）+平时成绩（15%）

附件 2:

实验指导书文本格式

材料科学与工程学院

《凝固技术及控制》

实验指导书

材料成形与控制

凝固原理课程组 编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

本课程重点阐述材料由液相凝固成型的基本理论和分析问题的基本方法,不涉及具体工艺技术和相关参数,那些内容将在后续课程或有关专著中论述。本课程在第六学期开设,学生在学完本课程后,在专业基本理论和实际知识方面达到如下要求:

1、了解液态金属和合金的结构及性能,掌握液态金属和合金的凝固、结晶基本规律和冶金处理及它们对材质和零件性能的影响。

2、掌握材料成形过程中化学冶金的现象、缺陷的成形机理、影响因素及预防措施。

根据课程大纲要求,金属的流动性和金属凝固过程中的应力是主要内容,要求学生动手完成这两项实验。具体要求分别见实验大纲和指导书。

目 录

铸造合金熔炼和流动性检测综合实验·····	8
铸造应力检测综合实验·····	

13

实验一 铸造合金熔炼和流动性检测综合实验

实验类型： 综合 实验学时： 2 实验要求：（必修）

一、实验目的

通过铸造合金熔炼和流动性实验培养学生对金属流动性的理解，掌握不同因素对流动性的影响，达到对影响因素的完全理解；要求学生根据课程内容，首先自己设计实验，然后阅读实验指导书，重新理解实验方案，掌握操作要领和操作规程；掌握各种仪器的使用，了解其性能参数、适应范围及注意事项等。

二、实验内容

本实验利用 ZLL-1500III型同心三螺旋线合金流动性测定仪测定液体金属的流动性，理解液体金属流动性与合金成分和温度的关系。使学生具有在材料成型及控制工程实践中基本掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力。主要内容：

- 1、纯金属液流动性的测量；
- 2、合金液流动性的测量（主要完成这一项）；
- 3、浇注温度对流动性的影响。

三、仪器设备

熔化炉，热电偶和红外测温仪，砂箱，模板，钢板尺。

四、所需耗材

铸铁 HT200。

五、实验原理、方法和手段

液体金属流动性直接影响铸造产品的质量。流动性越好，越容易充满铸型的每一部分，不容易产生冷隔、疏松、夹杂等缺陷。金属液温度越高，流动性越好。在纯金属中加入其他元素形成合金后，影响合金液的流动性；当合金成分在共晶成分时，合金液流动性最好。

本实验利用三条同心的、断面尺寸 10×10mm 螺旋槽式流动性测试仪，以测量液体金属在螺旋槽中流动的长度来表示其流动性，金属液在螺旋槽中流动的距离越长，其流动性越好。可以使用在三条同心的螺旋槽中流动的平均长度表示其流动性。

六、实验步骤

1、主要参数

螺旋线长：1500mm

截面尺寸：6/10×10mm

分型面尺寸：ZLL-1500III型，480×480mm

参考附图。

可以选用的实验合金：

纯铝、Al-3%Cu 合金、Al-32%Cu 合金，约 1kg。HT200（在企业主要完成这一项）

2、实验方法

1) 造型：

利用 ZLL-1500III型同心三螺旋线合金流动性测定仪的砂箱和浇口杯，使用潮模石英砂造型。

使用电阻炉熔合金（HT200 用中频感应电炉），当温度达到合金液相点+50~80℃时保温。

将合金液浇注到铸型中，30 分钟后打箱，测量螺旋线的长度。

主要影响因素及其控制

影响液态合金流动性的因素很多，其中主要有合金成分，浇注条件、铸型条件和压力等。一般说来，这些因素是保证测试精确度，使测定结果具有良好再现性的关键。

1、合金成分的影响

不同成分的合金具有不同的结晶方式，结晶温度范围窄的合金倾向于逐层凝固，流动性好。结晶温度范围宽的合金倾向于糊状凝固，流动性差。易形成低熔点夹杂或降低熔液粘度及减小合金结晶温度范围的元素，对提高流动性有利，反之则不利。

合金成分作为实验研究内容，一般是确定的。这样，从实验角度看，影响流动性测试精度与再现性的主要因素为微量固体夹杂。这就需要严格掌握熔炼操作如，选用干净、干燥、没有遗传性的原料；熔炼过程中尽量避免熔液氧化和吸气；对某些合金要充分脱氧或精炼除气，减少熔液中的固体夹杂物及气体。此外，对某些合金还要控制残留夹杂物的类型，如对钢液进行脱氧时，先加硅铁后再加锰铁会形成大量细小的高熔点尖角形 SiO_2 ，难以去除，钢液流动

性变差，但如先加锰铁后和硅铁，脱氧产物主要是低熔点硅酸盐，容易去除，有利干钢液的流动。

2、铸型条件的影响

铸型条件的影响体现在两个方面：

(1) 铸型的机械阻力对液态合金充型速度的影响；

(2) 铸型与液态合金的热交换强度对其保持流动能力的影响。影响充型速度的浇道和浇道中气体的反压力等。浇道中的气体反压力则主要取决于型砂水分等发气物质的含量、铸型透气性和排气孔的开设。在实验中上述因素的影响机制是十分复杂的，例如，铸型具有一定的发气能力时，能在金属液与铸型之间形成气膜，从而减小流动的沿程阻力损失总之，在实验中应努力保证这些因素不变。

液态合金与铸型的热交换强度和铸型的蓄热系数及铸型的温度有关，而这些因素对流动性的影响也是十分复杂的。实验中应尽可能使涂料、型砂成分、砂型的紧实度以及铸型的温度等因素保持不变，或将其影响减至最小。

流动性试样如在金属型内浇注，主要控制因素是金属型的预热温度。在使用涂料的情况下，涂料的成分及涂料层厚度应保持一致。

3、浇注温度的影响

浇注温度对液态合金流动性的影响很大，一般在流动性实验中将其作为主要的研究内容之一。从实验角度来说，重要的是如何控制进入浇道的熔液温度恰好是实验方案规定的浇注温度一般情况下，浇包与浇口杯中熔液的温差是很大的因此为了保证实验精度与再现性，应当直接测定进入浇道时的熔液温度。目前一般采用在浇口杯中测温的办法，待温度达到实验方案的规定温度时，迅速开闸浇注。当然浇口杯中的液态合金在浇注过程中还会继续降温，分析实验结果时，应考虑这一因素。

4、充型压头的影响

充型压头是液态合金在浇道中流动的动力，必须保证充型压头稳定。稳定充型压头必须考虑静压头的控制与动压头的控制，目前主要在浇口杯上采取措施。图 1-1 所示侧挡板定量浇口杯，可以消除由于浇注速度不稳定而造成的动压头波动。侧挡板与塞杆相比，在提起时对液态合金的扰动较小，并且便于观

察提起前有无液态合金的渗漏。在浇口杯侧面溢流槽，用以控制定量浇口杯中金属液面的高度但这种方法仍难排除充型过程中静压头的变化，流动性差，液面下降少。

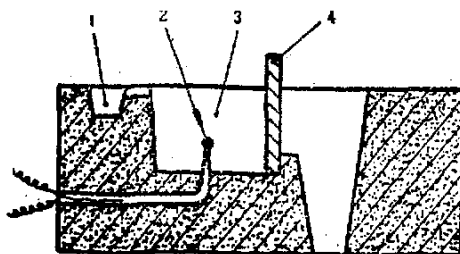


图 1-1 测挡板浇口杯

1.溢流槽 2.热电偶 3.浇口杯 4.侧挡板

造型工艺要求

- 试样型砂为潮模石英粘土砂整体型。
- 型腔表面光滑完整，标距点明显准确。
- 型砂紧实度控制在 $1.6-1.8\text{g}/\text{cm}^2$ 。
- 铸型扎排气孔，但不得扎透型腔。
- 测温点设在浇口箱底部与上箱上部连接处。

测试工艺要求

- 测试过程中，铸型应保持水平状态，防止严重倾斜。
- 试样应在造型完毕后半小时之内浇铸，浇铸要平稳无冲击。
- 浇铸温度高于合金液相点 $50-80^\circ\text{C}$ ，每次测试浇铸温差应控制在 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。
- 浇铸后试样始终处于自然冷却状态，半小时之后打箱。
- ZLL-1500III型测试数据以两次之算数平均值为测试结果。
- 测试完毕后，应将模型型板，浇口杯模型、浇口棒模型及砂箱擦拭干净，组合好，以防损坏。
- 同心三螺旋线合金流动性测定仪，使用造下箱铸型时，请将模板放置在自制木质 480×480 造型地板上，以保护模板。

七、实验结果处理

根据教师要求，写出实验报告。

八、实验注意事项

- 1、严格按照操作规程实验；
- 2、注意高温金属熔体；

3、熔化和浇注液体金属时，请佩戴保护眼睛和手套。

九、预习与思考题

熟悉课程内容，提前做好实验方案。

十、实验报告要求

金属流动性的概念，影响因素要分析清楚。

实验二 铸造应力检测综合实验

实验类型： 综合 实验学时： 2 实验要求：（必修）

一、实验目的

通过铸造合金熔炼、浇注和铸造应力实验培养学生对金属凝固过程中的收缩和应力形成与变化有深刻的理解，掌握不同因素对铸造应力的影响，达到对影响因素的完全理解；要求学生根据课程内容，首先自己设计实验，然后阅读实验指导书，重新理解实验方案，掌握操作要领和操作规程；掌握各种仪器的使用，了解其性能参数、适应范围及注意事项等。

二、实验内容

本实验利用不等粗三杆应力框模拟铸造合金凝固过程中铸造应力的产生和演变过程，以及其与温度的关系，借助于热电偶和拉压传感器，通过模数转换将信号动态显示于电子计算机屏幕上。是学生理解合金成分、逐渐结构和温度对铸造应力的影响，学习拉力传感器和热电偶的使用方法，具有在材料成型及控制工程实践中基本掌握并使用各种技术、技能和现代化工程工具的能力。主要内容：

- 1、铸造合金凝固过程中铸造应力的产生和演变过程，以及其与温度的关系；
- 2、合金成分对铸造应力的影响。

三、仪器设备

熔化炉，热电偶和红外测温仪，砂箱，模板，钢锯，应力仪系统。

四、所需耗材

铸铁 HT200。

五、实验原理、方法和手段

金属材料及其合金由液态变为固态时产生体积收缩，由于铸件各个部位厚度不同，开始凝固的时间也不同，所以当铸件某一部位的收缩受到其他部位的阻碍时，则在铸件中产生铸造应力。

本实验利用不等粗三杆应力框（中间粗、两边细）模拟铸造合金凝固过程中铸造应力的产生和演变过程，使用热电偶和拉压传感器分别检测应力框三根杆的温度和应力。

六、实验步骤

1、主要参数

应力框尺寸：

粗杆：20×20×300 mm

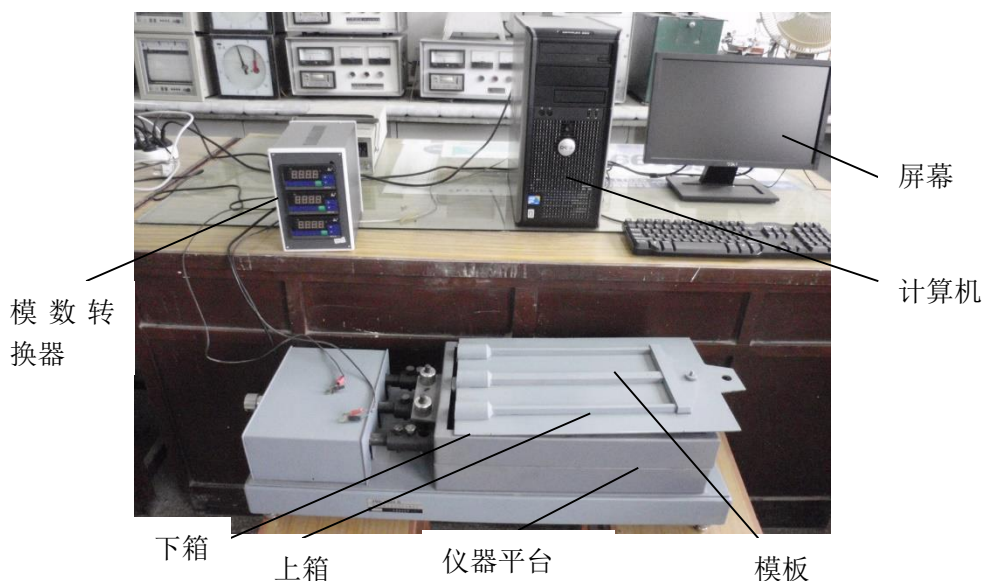
细杆：20×10×300 mm

粗杆：出厂时装 1000kgf 的拉压力传感器

细杆：两细杆的应力和与粗杆大小相等、方向相反。

实验合金合金：

Al-3%Cu 合金（或铸铁 HT200），约 1kg。



2、实验方法

1) 造型：

用定位销锁紧好上箱、模板和下箱 → 造下箱 → 造上箱并扎通气孔
→ 上箱和模板一起起模并翻转 → 模板从上箱上起模 → 修型。

2) 做外浇口箱。

3) 合箱：在连接套上带螺纹的一端按装好铸焊和联接试件的 3*M16 螺丝
→ 先将下箱按放在仪器平台上 → 用定位销调正下箱与平台上定位孔的
位置 → 清理三个接口处的砂子（上箱和下箱） → 锁紧定位销由上箱插入下
箱，放入平台定位孔 → 放上外浇口箱准备浇注。

4) 热电偶一对放在中间杆中点处，另一对放在侧杆的中点处，另一端与模
数转换器连接。

5) 配料，使用电阻炉熔合金，当温度达到合金液相点+50~80℃时保温。

6) 启动计算机，将屏幕上的初始信号调零。

7) 从电阻炉中取出熔体，浇注。观察屏幕上应力和温度的变化。

8) 停止记录，准备取试件。

9) 松开每个套筒上的三个锁紧螺钉，卸下三个锁紧销，连同试件一块从仪器上取下，然后再扭下来三个套筒，取下试件。仪器全部复原，准备下一次试验。

七、实验结果处理

根据教师要求，写出实验报告。

八、实验注意事项

1、严格按照操作规程实验；

2、注意高温金属熔体；

3、熔化和浇注液体金属时，请佩戴保护眼睛和手套。

九、预习与思考题

熟悉课程内容，提前做好实验方案。

十、实验报告要求

铸造应力的概念，影响因素要分析清楚。

《特种铸造》课程教学大纲

课程编号：060030720

总学时及其分配：总学时 16 学时，授课 16 学时

学分数：1

适用专业：材料成型及控制工程

任课学院、系部：材料学院 材料加工工程系

课程负责人：黄丹

编制日期：2016.7.5

一、课程简介

《特种铸造》是材料成型与控制专业一门重要的工艺性专业课，它包括砂型铸造以外的其它铸造方法。它的任务是以砂型铸造时铸件成型规律为基础，运用所学过的基础

课和专业基础课的知识，对特种铸造方法中由于铸型材料、浇注方法、金属充填铸型情况或逐渐凝固条件的变化所引起的铸件成型特点进行系统的分析，并对每种铸造方法中的工艺原理进行详细阐述，还对一些重要的工艺装备的设计原则、典型工艺作了必要的叙述。《特种铸造》是一门重要而实践性强的专业技术课程。

二、课程教学的目标

- 1、了解铸造技术领域的新型技术及发展趋势与前沿热点
- 2、掌握相关特种铸造技术的特征成型原理
- 3、熟悉不同特种铸造技术各自的工艺特征
- 4、了解对应特种铸造技术的不同设计要素

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪 论 (2 学时)

- 1、熟悉铸造技术的发展现状与趋势
- 2、了解特种铸造的内涵
- 3、了解特种铸造领域的技术前沿与热点
- 4、了解特种铸造的基本分类及各自主要特征

第二章 熔模铸造 (2 学时)

- 1、掌握熔模铸造的发展历程及其主要技术特征
- 2、掌握熔模铸造的基本工艺流程
- 3、熟悉熔模铸造的关键技术要点，了解主要工艺参数

第三章 金属型铸造 (2 学时)

- 1、掌握金属型铸造的主要技术特征
- 2、掌握金属型铸造与砂型铸造的基本技术差异
- 3、熟悉金属型铸造工艺设计要素
- 4、熟悉金属型铸造的关键技术要点及主要工艺参数

第四章 压力铸造 (2 学时)

- 1、了解压力铸造的概念、内涵及适用范围
- 2、熟悉压力铸造的常规设备及操作原理
- 3、掌握压力铸造的基本设计要素和工艺参数

第五章 挤压铸造（1学时）

- 1、了解挤压铸造的概念、内涵及适用范围
- 2、掌握挤压铸造的成型原理
- 3、熟悉挤压铸造的主要特征

第六章 离心铸造（1学时）

- 1、了解离心铸造的概念及成型原理
- 2、熟悉离心铸造的基本设备
- 3、熟悉离心铸造的主要特征

第七章 消失模铸造（2学时）

- 1、熟悉消失模铸造的主要工艺流程及技术特征
- 2、熟悉消失模铸造的成型特征
- 3、熟悉消失模铸造的设计要素

第八章 半固态铸造（1学时）

- 1、了解半固态成型的基本原理
- 2、熟悉半固态铸造的主要设备

第九章 真空铸造（1学时）

- 1、了解真空铸造的概念、内涵及主要特征
- 2、了解真空铸造成型原理
- 3、了解真空铸造主要设备

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

《特种铸造》应以先修课程《金属工艺学》、《传热学》、《铸件成型原理》及《铸件成型工艺》等的理论教学以及认识实习等实践性教学环节为基础。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 周志明,《特种铸造》,北京:化学工业出版社,2014
- [2] 万里,《特种铸造工学基础》,化学工业出版社,2009
- [3] 陈宗民,《特种铸造与先进铸造技术》,化学工业出版社,2008

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

教学方式以课堂讲授为主，多演示工程实例，辅助课下作业等形式。

学习建议：特种铸造内容涉及了除传统砂型铸造以外的所有铸造成型工艺与技术，各成型工艺间的工艺原理不尽相同，且具体工序同成型毛坯零件特征密切相关，因此属于工程技术类课程，需要引入工程实例，并引导学生在后续的学习中有意识地多积累经验、开阔眼界，最终成为合格的相关专业毕业生。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩 30%，期末卷面成绩 70%。

《焊接冶金学（基本原理）》课程教学大纲

课程编号：060030130

总学时及其分配：总学时 32，理论学时 28，实验学时 4。

学分数：2

适用专业：材料成型及控制工程

任课学院、系部：材料科学与工程学院，材料成型及控制工程系

课程负责人：高增

编制日期：2016 年 11 月 16 日

一、课程简介

《焊接冶金学（基本原理）》是高等院校材料成型与控制专业的主要专业基础理论课之一，在培养材料成型与控制工程人员的教学过程中起着重要的作用。它的主要任务是向学生传授金属材料在焊接加工方面的基本理论知识，为学习后续的专业课程作理论准备。

二、课程教学的目标

本课程的教学目的是使学生系统掌握金属材料在焊接过程中的

物理冶金、化学冶金和力学冶金的普遍规律，揭示材料成型过程中传热、传质和流动等现象，分析材料成形过程中缺陷的形成和防止。通过学习，使学生了解和掌握焊接冶金学的基本知识，及各种缺陷形成的原因和控制措施，为后续专业课学习打下坚实的基础。该课程主要为学生以后从事焊接教学、技术及研究工作打下坚实的基础，使学生走向工作岗位后能够更好地为我国的经济建设服务。

需明确各教学环节对人才培养目标及其要求的知识、能力、素质贡献。

三、课程教学的基本内容及教学安排

绪论（4 学时）

掌握焊接过程的物理本质；了解焊接技术的发展现状及应用；焊接热源的种类及其特性；熔焊加热特点及焊接接头的形成；焊接温度场；学习本课程的任务、内容和要求。

第一章 焊接材料的组成及作用（6 学时）

(1) 焊条：焊条的分类；焊条的型号和牌号；焊条的组成；焊条的工艺性能；典型焊条的冶金性能分析；焊条的设计及制造。(2) 焊剂：焊剂的分类；焊剂的型号和牌号；对焊剂的要求；焊剂的性能及用途。(3) 焊丝：焊丝的分类；焊丝的型号和牌号；实心焊丝；药芯焊丝。

第二章 焊接化学冶金（6 学时）

(1) 焊接化学冶金过程的特点：焊条熔化及熔池形成；焊接过程中对金属的保护，焊接化学冶金反应区及其反应条件；焊接工艺条件与化学冶金反应的关系；焊接化学冶金系统及其不平衡性。(2) 气相对金

属的作用：焊接区内的气体，氮对金属的作用；氢对金属的作用；氧对金属的作用。（3）熔渣及其对金属的作用：焊接熔渣；活性熔渣对焊缝金属的氧化；焊缝金属的脱氧；焊缝金属中硫和磷的控制。（4）合金过渡：合金过渡的目的及方式；合金过渡过程的理论分析；合金过渡系数及其影响因素。

第三章 焊接接头的组织和性能（6 学时）

（1）熔池凝固：熔池的凝固条件和特点；熔池结晶的一般规律；熔池结晶线速度；熔池结晶的形态；焊缝金属的化学成分不均匀性。（2）焊缝固态相变：低碳钢焊缝的固态相变组织；低合金钢焊缝的固态相变组织。（3）焊接热影响区的组织和性能：焊接热影响区的组织分布；焊接热影响区的性能。（4）焊接热循环条件下的金属组织转变特点：焊接时加热过程组织转变的特点；焊接时冷却过程组织转变的特点；焊接条件下 CCT 图的建立及其应用。（5）熔合区的形成机理及其特征，熔合区的边界划定。

第四章 焊接缺陷及其控制（6 学时）

（1）焊缝中偏析的形成及控制措施，夹杂的形成及控制措施；（2）焊缝中气孔的分类及形成机理；（3）气孔形成的影响因素；（4）防止焊缝产生气孔的措施；（5）焊接裂纹概述：焊接裂纹的危害性；焊接裂纹的分类及其一般特征。（6）焊接热裂纹：结晶裂纹的形成机理；结晶裂纹的影响因素；防治结晶裂纹的措施；近缝区液化裂纹。（7）焊接冷裂纹：冷裂纹的危害性及其一般特征；冷裂纹的种类；焊接冷裂纹的机理；影响焊接冷裂纹的主要因素及其防治。（8）再热裂纹：

再热裂纹的主要特征；再热裂纹的机理；再热裂纹的影响因素及其防治。

具体实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	低合金钢焊接接头金相组织观察	1、观察焊缝宏观组织，观察焊缝，热影响区及母材金属的显微组织； 2、了解焊缝金相检验方法。	2	专业	验证性	5	必做	已开		试验中心
2	焊接接头硬度试验	1. 了解焊接接头区域硬度的分布。 2. 观察低碳钢焊接接头组织形态，熟悉焊接接头的组织与性能的关系。	2	专业	验证性	5	选做	已开		试验中心

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是焊接专业方向的理论基础课，先修课程是《材料学基础》，《物理化学》，《热加工工艺基础》，《材料成型原理》等，后续课程有《焊接结构》等。

五、建议使用教材与教学参考书

《焊接冶金与焊接性》，刘会杰主编，机械工业出版社出版。

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 本课程以课堂讲授为主，结合演示试验和操作试验，注重理论联系实际。各章中平行的内容可安排学生自学，以提高学生独立思考和解决问题的能力。每六学时进行一次答疑课，及时解答学生学习过程中的疑难问题；

2. 在教学中，每次课后通过习题的布置，使学生深入理解基础原理及概念，提高分析和解决问题的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

本课程的考核采用平时表现和闭卷考试相结合的方式，考试内容着重对知识的理解和应用，尽量避免死记硬背。

材料科学与工程学院

《焊接冶金学（基本原理）》

实验指导书

适用专业：材料成型及控制工程

高增 编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

焊接接头金相的综合分析是采用金相分析手段对焊接结构及焊接接头的组织、缺陷、性能进行检查，发现组织和性能问题与焊接工艺及使用过程的关系，以便分析缺陷产生的原因、结构破坏的原因。其常规工作是配合调整焊接工艺，确定最佳工艺规范进行的焊接接头质量检查；另一方面是产品的失效分析，即对焊接结构或焊接产品在使用中出现的问题或造成破坏性事故的分析。

低合金钢焊接接头硬度观察是材料成型及控制专业焊接方向教学计划中的一个重要的实践性环节，要求学生能综合运用所学的理论知识掌握分析问题的方法和能力，根据选题开展相关实验，观察典型焊接接头的三个区域即焊缝、热影响区、母材的硬度差别及其特征，提高学生的动手能力，培养学生观察、独立分析问题的能力。

目 录

实 验 一	低 合 金 钢 焊 接 接 头 金 相 组 织 观
察.....	1
实 验 二	焊 接 接 头 硬 度 试
验.....	3

实验一 低合金钢焊接接头金相组织观察

实验类型：验证性

实验学时：2

实验要求：必修

一、实验目的

低合金钢焊接接头金相组织观察是材料成型及控制专业焊接方向教学计划中的一个重要的实践性环节，要求学生能综合运用所学的理论知识掌握分析问题的方法和能力，根据选题开展相关实验，观察典型焊接接头的显微组织的分布及其特征，了解焊接接头的焊缝区、熔合线、热影响区及母材等各种典型结晶形态，提高学生的动手能力，培养学生观察、独立分析问题的能力。

二、实验内容

观察低合金钢焊接接头的金相显微组织，包括焊缝区、熔合区、热影响区和母材区的结晶状态及显微组织。

三、仪器设备

光学显微镜。

四、所需耗材

低合金钢焊接接头试样一套、砂纸、硝酸、酒精、抛光粉、脱脂棉。

五、实验原理、方法和手段

将二氧化碳气体保护焊的试样加工成适当尺寸之后，对试样进行打磨、抛光，然后在试剂中腐蚀，直至显示出相应区域的显微组织形貌。试样在砂纸上打磨至焊缝区无明显划痕，且表面光亮无其他物质粘附。用脱脂棉在焊缝处反复擦拭，观察焊接接头的结晶组织方向，

以及焊接接头中是否存在气孔、裂纹、夹渣等缺陷。在光学显微镜下观察焊缝、热影响区、熔合区及母材金属的显微组织。

六、实验步骤

首先对金相组织试样在砂纸上打磨，当试样打磨到一个方向上没有划痕时，再将试样旋转 90° ，继续打磨，反复进行，砂纸由粗到细，在 800 号砂纸上完成打磨后，再将试样在抛光机上进行抛光，直到试样表面呈现镜面，没有划痕为止。然后将试样在试剂中进行短时间的腐蚀，以显示显微组织。腐蚀过后的试样用清水反复冲洗，然后用吹风机将试样吹干。将制备好的试样放入光学显微镜下，观察焊缝、熔合区、热影响区，母材区的显微组织形态。

七、实验结果处理

观察并画出焊接接头的宏观组织示意图，观察焊接缺陷形态及部位，对焊缝区各区域加以分析，并说明各区域的组织特点以及其产生的原因。

八、实验注意事项

1、实验前，先认真阅读实验指导书的内容，并明确本次实验的目的和要求。

2、观察并画出焊接接头的宏观组织示意图，观察焊接缺陷形态及部位。

3、分组集中进行，由指导老师首先讲解有关实验原理和实验方法，然后学生分头实验。要求学生做课前预习并做实验记录，实验结束后撰写实验报告。

九、预习与思考题

焊接接头的显微组织和焊接工艺之间存在哪些关系,每个区域都有什么样的特点?

十、实验报告要求

- 1、简述实验目的、实验内容;
- 2、对焊缝区各区域加以分析,并说明各区域的组织特点以及其产生的原因。

实验二 焊接接头硬度试验

实验类型：验证性

实验学时：2

实验要求：必修

一、实验目的

- 1、了解布氏、洛氏硬度计的构造及使用方法。
- 2、掌握布氏硬度值及洛氏硬度值的测定方法。
- 3、了解焊接接头三个区域即焊缝、热影响区、母材的硬度差别。

二、实验内容

1. 了解焊接接头区域硬度的分布。
2. 观察低碳钢焊接接头组织形态，熟悉焊接接头的组织与性能的关系。

三、仪器设备

布氏硬度计，洛氏硬度计。

四、所需耗材

低合金钢焊接接头试样一套。

五、实验原理、方法和手段

硬度是指材料在另一较硬的物体压入表面抵抗塑性变形的一种能力，是重要的力学性能指标之一。与其它力学性能相比，硬度实验简单易行，又无损于工件，因此在工业生产中被广泛应用。常用的硬度实验有布氏硬度和洛氏硬度试验法。

（一）布氏硬度试验

（1）原理：用载荷 P 把直径为 D 的淬火钢球压入试件表面，并保持一定时间，而后卸除载荷，测量钢球在试样表面上所压出的压痕

直径 d ，从而计算出压痕球面积 A ，然后再计算出单位面积所受的力（ P/A 值），用此数字表示试件的硬度值，即为布氏硬度，用符号 HB 表示。设压痕深度为 h ，则压痕的球面积为：

$$A = \pi Dh = \pi d$$

式中 P ——施加的载荷，kg；

D ——压头（钢球）直径 mm；

A ——压痕面积， mm^2 ；

d ——压痕直径，mm。

但实验时 是根据 d 值查表求硬度值。

(2) 测试：布氏硬度试验是在布氏硬度试验机上进行。当 F/D^2 的比值保持一定时，能使同一材料所的布氏硬度值相同，不同材料的硬度值可以比较。故在进行布氏硬度试验时，应根据材料和布氏硬度值范围选择 F/D^2 的值。最后用读数显微镜测出压痕直径 d 。根据 d 查表求得布氏硬度值。

（二）洛氏硬度试验

(2) 原理：洛氏硬度试验是用特殊的压头（金刚石压头或钢球压头）在先后施加的两个载荷（预载荷和总载荷）的作用下压入金属表面来进行的。总载荷 P 为预载荷 P_0 和主要载荷 P_1 之和，即： $P = P_0 + P_1$ 。

洛氏硬度值是施加总载荷 P 并卸除主载荷 P_1 引起的残余压入深度 e 来计算。 h_0 表示在预载荷 P_0 作用下，压头压入被试材料的深度 h_1 表示施加总载荷 P 并卸除主载荷 P_1 ，但仍保留预载荷 P_0 时，压头压入被试材料的深度。

深度差 $e = h_1 - h_0$ ，该值用来表示被测材料硬度的高低。在实际应

用中，为了使硬材料测出的硬度值比软材料的硬度值高，并符合一般的习惯，将被测材料的硬度值用公式加以适当变换，即： $HR=K-(h_1-h_0)/C$ 。

式中： K ——常数，其值在采用金刚石压头时为 0.2，采用钢球压头时为 0.26；

C ——常数，代表指示器读数盘每一刻度相当于压头压入被测材料的深度，其值为 0.002mm；

HR ——标注洛氏硬度的符号，当采用金刚石压头及 150 kg 的总载荷时应标注 HRC，当采用钢球压头及 100kg，总载荷试验时，则应标注 HRB。

HR 值为一无名数，测量时可直接由硬度计表盘读出，表盘上有红黑两种刻度，红线刻度的 30 和黑线刻度的 0 相重合。

(2) 测试：洛氏硬度试验是将顶角为 120° 金刚石圆锥体或直径为 1.588mm 的淬火钢球压头，在一定载荷 F 作用下压入被测金属表面，保持一定时间后卸掉载荷。根据压痕的深度 h 确定被测金属的硬度值。根据所加的载荷和压头不同洛氏硬度值有三种标度 HRA、HRB、HRC。洛氏硬度试验是在洛氏硬度机上进行。

六、实验步骤

(一) 试样准备

将对接头如图 1 制备试样，按图中所示逐个点进行检测。

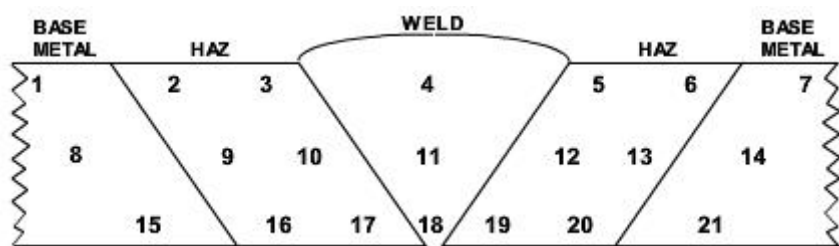


图 1 焊接接头硬度测试试样

（二）布氏硬度试验

1、清理试样表面，并根据试样的材料、厚度和硬度范围选择钢球压头直径 D 、载荷 F 及保载时间。

2、放在硬度计工作台上，按布氏硬度计的操作规程进行试验在试样表面产生一个压痕。移动试样重做一次试验，产生第二个压痕。

3、取下试样，用读数显微镜在相互垂直方向上测量压痕直径 d 并根据 d 查表求出试样的布氏硬度值。

（三）洛氏硬度试验

1、清理试样表面，并根据试样的材料、形状、选择压头、载荷和工作台。

2、把试样放在工作台上，按洛氏硬度计的操作规程进行试验。前后共测三点，取其平均值为洛氏硬度值。

七、实验结果处理

观察并查出焊接接头各个区域的布氏硬度值与洛氏硬度值，对各个区域的硬度值加以分析，并说明各区域的硬度值特点以及其产生的原因。

八、实验注意事项

1、试样两端要平行，表面要平整，若有油污或氧化皮，可用砂

纸打磨，以免影响测定。

2、圆柱形试样应放在带有“V”形槽的工作台上操作，以防试样滚动。

3、加载时应细心操作，以免损坏压头。

4、测完硬度值卸掉载荷后，必须使压头完全离开试样后再取下试样。

5、金刚钻压头系贵重物品，质硬而脆，使用时要小心谨慎，严禁与试样或其它物件碰撞。

6、应根据硬度实验机的使用范围，按规定合理选用不同的载荷和压头，超过使用范围将不能获得准确的硬度值。

九、预习与思考题

焊接接头各个区域的硬度值是如何分布的？造成这种分布规律的原因是什么？

十、实验报告要求

1、简述实验目的、实验内容；

2、对焊缝区各区域的硬度值加以分析，并说明各区域的硬度值的特点以及其产生的原因。

《焊接冶金学 (材料焊接性)》 课程教学大纲

课程编号: 060031000

总学时及其分配: 总学时 36 授课 34 实验 2

学分数: 2

适用专业: 材料成型与控制

任课学院、系部: 材料科学与工程学院

课程负责人: 陈思杰

编制日期: 2016.6

一、课程简介

《焊接冶金与焊接性》是高等学校焊接专业或焊接方向的一门专业必修课, 材料焊接性教学内容包括: 焊接性及其试验方法, 低合金高强度钢的焊接, 不锈钢及耐热钢的焊接, 有色金属的焊接, 是焊接专业必修的教学内容, 是学习焊接专业其它课程的理论基础, 传授焊接性的基本理论, 培养学生分析和解决材料焊接性问题的能力。

二、课程教学的目标

学生应在完成有关基础课和专用基础课的基础上, 进行本课程的学习。本课程的目的是从工程应用的角度培养学生掌握对金属进行焊接分析的基本方法, 为学生从事材料成形与控制工程(焊接方向)或其他相关学科的技术工作打下坚实的基础。本课程从焊接角度研究不同材料的基本特性, 阐述材料焊接性和材料焊接的基本理论与概念, 分析不同材料的焊接性特点和工艺特点。

通过本课程的学习, 应能够比较全面地了解金属材料焊接性的分析方法并能制定合理的焊接工艺。随着新型材料的不断出现和对焊接结构性能要求的不断提高, 课程内容也在不断地变化中, 在教学过程中应布置适量的设计类作业, 以培养学生对本课程的兴趣, 同时提高学生的研究能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

需细化到章、节和知识点并说明授课、实验或实践学时安排等

本课程主要讲授焊接性及其试验评定、合金结构钢的焊接性分析及焊接工艺要点，不锈钢及耐热钢的焊接性分析和焊接工艺特点、有色金属的焊接，铸铁的焊接和异种材料的焊接等。

以下分章阐述。

第一章 概述 4 课时

知识要点：材料在工程中的发展及应用和课程的任务、内容和特点。其中主要有钢结构的发展及应用，有色金属的发展及应用，先进材料的发展和应用等。

目标要求：了解地材料在工程中的发展及应用和课程的任务、内容和特点。

采用课堂教学。

第二章 焊接性及其试验评定 6 课时

知识要点：焊接性的概念，影响焊接性的因素，焊接性试验的内容，评定焊接性的原则，焊接性评定方法的分类，焊接性的间接评定以及焊接性的直接试验方法。

目标要求：掌握焊接的基本概念和影响因素。了解焊接性试验的内容和评定方法。特别是让学生能够根据实际中选择的被焊材料，选择出合理的试验方法，并能够正确的使用该方法得到合理的评定结果。

采用课堂教学。

第三章 合金结构钢的焊接 6 课时

知识要点：合金结构的分类及基本性能，包括热轧及正火钢，低碳调质钢和中碳调质钢的力学性能和组织结构，珠光体耐热钢低温钢的成分和性能。具体分析热轧及正火钢，低碳调质钢和中碳的调质钢

的焊接性（冷裂，热裂，层状撕裂，脆化及软化等），并在此基础上预测它们的焊接性，从而制定合理的焊接工艺。分析珠光体耐热钢和低温钢的焊接性，了解合理的焊接工艺要点，焊接材料等。

目标要求：了解合金结构钢（热轧及正火钢，低碳调质钢，中碳调质钢，珠光体耐热钢，低温钢）的成分及性能。掌握合金结构钢的焊接性，并能够根据不同钢结构的焊接性特点制定合理的焊接工艺（焊接材料选择，焊接方法选择，焊前预热和焊后热处理等）。

采用课堂教学。

第四章 不锈钢及耐热钢的焊接 6 课时

知识要点：不锈钢及耐热钢的基本定义，以及不锈钢及耐热钢的成分和性能（力学性能，耐腐蚀性能等）。各类不锈钢（铁素体不锈钢，奥氏体不锈钢，马氏体不锈钢，奥氏体-铁素体双相不锈钢）的焊接性及焊接工艺要点。

目标要求：通过本章学习使学生了解不锈钢及耐热钢的基本概念，成分和性能，特别是耐腐蚀性能。掌握不锈钢及耐热钢的焊接性特点，根据具体的被焊结构制定合理的焊接工艺。

采用课堂教学。

第五章 有色金属的焊接 6 课时

知识内容：随着工业的发展，有色金属在各行各业的应用越来越广泛，有色金属的焊接也成为研究的热点。铝及铝合金的分类，成分及性能，焊接性，焊接工艺要点，铜及铜合金的分类，成分及性能，焊接性，焊接工艺要点，钛及钛合金分类，成分及性能，焊接性，焊接工艺要点

目标要求：了解有色金属（铝，铜，钛）的基本知识，掌握有色金属的焊接性，并能够根据不同有色金属的焊接性特点制定合理的焊

接工艺(焊接材料选择,焊接方法选择,焊前预热和焊后热处理等)。

采用课堂教学。

第七章 异种材料的焊接 6 课时

知识内容:异种材料的分类,组合及焊接性特点;异种钢的焊接性分析;钢与有色金属的焊接性分析。

目标要求:要求学生了解异种材料的分类,组合及焊接特点,重点掌握异种钢的焊接性及其焊接的工艺要点。

采用课堂教学。

实验教学环节 2 课时

试验内容可以从下述试验中选作(任选1个)。如:材料焊接性试验(斜Y坡口对接裂纹试验)高强钢焊接接头区金相试验;奥氏体钢焊接接头的晶间腐蚀试验;铸铁焊接性试验(如何防止白口);铝合金的TIG焊接试验。

四、本课程与其他课程的联系(先修后续关系)

先修课程是《材料科学基础》、《材料力学性能》、《工程力学》、《材料物理性能》、《焊接冶金原理》。后续课程有《焊接结构》等后续专业课程。

五、建议使用教材与教学参考书

教材:

[1] 李亚江 主编. 焊接冶金学—金属焊接性, 机械工业出版社

[2] 刘会杰 主编. 焊接冶金与焊接性 机械工业出版社

参考书:

[1] 周振丰主编. 焊接冶金学(金属焊接性). 机械工业出版社

[2] 张其枢, 堵耀庭主编. 不锈钢焊接. 机械工业出版社

[3] 陈伯鑫 主编. 金属焊接性基础. 天津大学出版社

六、教学方法与学习建议

该课程理论和实际相结合,教学方法应采用基本理论讲解和实际焊接实例相结合,讲清原理,通过生产实际,图片、教学视频、参观,提高教学效果。学生学习方法要学以致用,理解知识,不要死记硬背。多看实际应用例子,学会分析和解决焊接问题的方法。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试; 成绩评定期末卷面成绩所占比例 70%;平时成绩 30%。

《焊接冶金学（材料焊接性）》课程实验大纲

课程编号：060031000

总学时及其分配：总学时 32 授课 28 实验 4

学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院

课程负责人：陈思杰

编制日期：2016.6

一、课程简介

《焊接冶金与焊接性》是高等学校焊接专业或焊接方向的一门专业基础课，材料焊接性教学内容包括：焊接性及其试验方法，低合金高强度钢的焊接，不锈钢及耐热钢的焊接，有色金属的焊接，是焊接专业必修的教学内容，是学习焊接专业其它课程的理论基础，传授焊接性的基本理论，培养学生分析和解决材料焊接性问题的能力。

二、实验教学目的和基本要求

通过焊接性实验的学习，应能够比较全面地了解各种金属材料焊接性的问题，及解决这些问题的方法和手段。特别是能够正确使用仪器设备分析金属焊接中的焊接性问题。认真阅读理论教材和实验指导书，了解各种材料焊接中的焊接性问题。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
----	--------	------	----	------	------	------	-------	-------	----	---------

11	中 碳 钢 焊 接 性 实 验	学生使用交流焊机焊接中碳钢，使用显微镜观察焊缝及热影响区的组织，并绘出示意图。使用硬度计测试焊缝及热影响区的硬度分部，分析焊接过程中的冷裂倾向。	2	演示		7	选做			焊接实验 室
22	异 种 钢 焊 接 性 实 验	学生使用扩散焊焊接低碳钢和奥氏体不锈钢，使用硬度计测试焊缝及热影响区的硬度分部，分析焊接过程焊缝及热影响区合金元素的分部变化。	2	演示		7	选做			焊接实验 室
33	铝 合 金 焊 接 中 焊 缝 的 气 孔	学生使用 TIG 和 MIG 焊接相同铝合金样品，分析焊缝中气孔的分部情况和气孔的数量，分析比较两种焊接方法对焊接气孔影响的不同。	2	演示		7	选做			焊接实验 室

44	不 锈 钢 钢 焊 接 中 接 头 晶 间腐蚀	学生使用MIG焊接相同奥氏体不锈钢样品，考察分析焊缝，热影响和熔合区的耐晶间腐蚀性能。 分析焊接接头各部分耐晶间腐蚀情况及腐蚀机理。	2	演示		7	选做			焊接实验 室

四、考核方式

1. 明确实验目的，掌握实验基本原理，独立设计实验方案，掌握实验步骤和检测方法。

2. 按实验过程和实验报告给出百分成绩，占该课程平时成绩中50%。

五、实验教材与参考书

[1] 李亚江 主编. 焊接冶金学—金属焊接性，机械工业出版社

[2] 刘会杰 主编. 焊接冶金与焊接性 机械工业出版社

参 考 书：

[1] 周振丰主编. 焊接冶金学(金属焊接性). 机械工业出版社

[2] 张其枢，堵耀庭主编. 不锈钢焊接. 机械工业出版社

[3] 陈伯鑫 主编. 金属焊接性基础. 天津大学出版社

总学时及其分配：学 时 数：32 ， 课堂教学学时：30 学时，实验教学环节：2 学时

学分数：2

适用专业：材控专业、金属材料

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人：历长云

编制日期：2016.09.05

一、课程简介

本课程为材控专业的一门专业课。通过本课程的学习，可以增加学生对本专业知识的进一步了解与掌握，增加学生对专业知识的学习兴趣，为走向工作岗位提供良好的理论基础。通过本课程的学习，使学生能够掌握冲压工艺的基础知识，了解板料分离工序及成形工序过程中模具设计的过程与内容，同时，该课程的学习可以更好的把所学知识与前边所学内容很好的结合起来，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，应能够比较全面地了解材料成形模具设计。模具设计是一门综合性及实践性很强的一门课程，通过改课程的学习，学生可以把金属材料相关知识、机械加工相关知识以及模具设计相关知识综合起来，由于该课程实践性很强，内容也不断更新，应根据实际情况进行相关的实验教学，提高学生设计能力。

通过本课程的学习，学生主要达到以下几个方面的要求：

- （1）对于不同的冲压产品零件，能读懂产品零件图。
- （2）能根据所学知识判断产品的制备工艺，该冲压工艺的工序是如何安排的，其模具是如何制备及组装的。
- （3）识图及画图能力的熟练掌握是本课程重点培养的目标，通过本课程的学习，锻压方向的学生应具备熟练的识图、画图能力，其他方向本专业学生应能分析模具图、读懂模具图，对简单模具图具有识图、画图能力。
- （4）对模具零件的加工制造有一定的掌握。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲授冲压工艺基础知识，包括冲压工艺分类，不同工艺受力分析，冲裁工艺及模具设计，弯曲工艺及模具设计，拉深工艺模具设计等内容，本课程的重点是冲裁，弯曲，拉深工艺及模具设计，以下分章阐述。

第一章 模具基础知识（2 学时）

知识要点：模具及其分类，包括模具的用途，模具的组成，模具的成形特点等，此外要了解模具的制造特点及模具的生产过程，其中主要理解模具设计，工艺规程的制定等，最后了解目前模具生产的发展趋势。

目标要求：了解模具的用途，模具的类型，熟悉掌握模具的组成，了解模具的制造特点，生产过程以及发展趋势，同时了解目前模具技术水平的评估原则以及提高模具技术水平的措施。

采用课堂教学，2 学时。

第二章 冲压变形基础（2 学时）

知识要点：冷冲压变形基本原理概述，冷冲压成形材料及其冲压性能。

目标要求：根据以前学的金属塑性原理，把其理论知识应用到冷冲压变形中，掌握板材在冲压过程中的受力情况，为日后改进工艺提供理论基础。同时掌握冷冲压成形的材料种类及冲压性能，包括弯曲性，拉深性等。采用课堂教学，2 学时。

第三章 冲裁工艺及模具设计（10 学时）

知识内容：了解常见冲裁工序的变形规律；掌握其变形过程中应力及应变的分析，掌握凸凹模间隙的重要性及凸凹模刃口尺寸的计算方法，掌握冲裁的工艺性及其排样方式，可以进行简单的冲压力的计算，熟悉了解典型的冲裁模结构，包括对各个零部件的功能及位置的掌握，了解精密冲裁及其他冲裁方式。具备进行中等复杂冲压零件的冲裁工艺编制、冲模设计、冲模制造工艺编制的能力。

目标要求：掌握冲裁和冲模概念、冲裁工序和冲模分类；认识常见冲裁设备，掌握选用原则；了解冲压成形性能与机械性能关系，认识常见冲压材料；了解常见模具材料，掌握选用原则；认识模具制造特点，掌握模具零件加工方法，掌握冲裁模设计过程，包括冲裁工艺的设计，排样方案的选择，凸凹模刃口尺寸的计算，冲裁力的计算，卸料装置的选择，顶出装置的确定，冲裁方式的选择等。具有设计中等复杂冲裁模的能力。

采用课堂教学，8 学时。

实验教学环节（2 学时）

重点要求学生能较熟练地掌握模具识别与拆装。

第四章 弯曲工艺及模具设计（8 学时）

知识内容：了解常见弯曲工序的变形规律；掌握其变形过程中应力及应变的分析，掌握减小弯曲反弹的工艺措施，掌握弯曲件坯料尺寸的计算方法，可以进行简单的弯曲力的计算，熟悉了解典型的弯曲模结构，包括对各个零部件的功能及位置的掌握，了解精密弯曲及其他弯曲方式。具备进行中等复杂冲压零件的弯曲工艺编制、弯曲模设计、弯曲模制造工艺编制的能力。

目标要求：掌握弯曲和弯曲模概念、弯曲工序和冲模分类；认识常见弯曲设备，掌握选用原则；掌握减少弯曲回弹的工艺方法，掌握弯曲模设计过程，包括弯曲工艺的设计，凸凹模刃口尺寸的计算，弯曲力的计算，卸料装置的选择，顶出装置的确定，弯曲方式的选择等。具有设计中等复杂弯曲模的能力。

采用课堂教学，8 学时。

重点要求学生能较熟练地掌握模具识别与拆装。

第五章 拉深工艺及模具设计（5 学时）

知识内容：了解常见拉深工序的变形规律；掌握其变形过程中应力及应变的分析，掌握拉深过程中，影响拉深系数的因素，了解拉深过程中拉裂产生的原因及预防措施，掌握多次拉深设计过程中各次拉深系数的确定及拉深模尺寸的计算。掌握拉深件坯料尺寸的计算方法，可以进行简单的拉深力的计算，熟悉了解典型的拉深模结构，包括对各个零部件的功能及位置的掌握，了解精密拉深及其他拉深方式。具备进行中等复杂冲压零件的拉深工艺编制、拉深模设计、拉深模制造工艺编制的能力。

目标要求：掌握拉深和拉深模概念、拉深工序和冲模分类；认识常见拉深设备，掌握选用原则；掌握减少拉深中拉裂的工艺方法，掌握拉深模设计过程，包括拉深系数的确定，拉深工艺的设计，拉深力的计算，弹压装置的选择，拉深方式的选择等。具有设计中等复杂拉深模的能力。

采用课堂教学，5 学时。

第六章 其他冲压成形（1 学时）

知识内容：胀形，翻孔与翻边，缩口，旋压，校形等。

目标要求：熟悉掌握其他冲压成形的工作原理及典型设备的识别。

采用课堂教学，1 学时。

第七章 非轴对称曲面零件冲压（1 学时）

知识内容：非轴对称曲面零件冲压工艺，非轴对称曲面零件冲模

目标要求：了解非轴对称例如覆盖件等产品设计中的设计原理及方法。

采用课堂教学，1 学时。

第八章 自动模与多工位级进模（1 学时）

知识内容：包括冲压生产的自动化与自动模，自动送料装置，自动出件装置，自动检测与保护装置，自动模设计要点多工位级进模等

目标要求：了解冲压生产过程中典型设备的自动化装置的工作原理。

采用课堂教学，1 学时。

第九章 板料特种成形技术（1 学时）

知识内容：主要包括爆炸成形，电水成形，电磁成形等特种成形。

目标要求：了解其成形原理。

采用课堂教学，1 学时。

第十章 冲压工艺规程的制订（1 学时）

知识内容：制定冲压工艺过程的基础冲压工艺规程制订的步骤与内容冲压工艺规程制订的实例

目标要求：了解冲压生产过程中其工艺方案制定的步骤及内容，要求会对中等复杂冲压件进行工艺方案的制定。

采用课堂教学，1 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是对前期课程如塑性成形原理，机械功能材料等课程的延续，同时通过该课程学习，可以很好的把前期课程的学习综合起来。该课程的重点在于板材冷成形工艺中其模具的设计与生产，包括冲裁工艺，弯曲工艺，拉深工艺的确定及模具设计。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

[1] 翁其金主编. 冲压工艺及模具设计. 机械工业出版社

参 考 书：

[1] 丁松聚主编. 冷冲模设计. 机械工业出版社

[2] 肖景荣主编. 模具计算机辅助设计与制造. 国防工业出版社

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程教学方法以课堂教学为主，以目前实际生产中的产品为案例进行细化讲解，让同学们对所学知识有感性认知，便于理论联系实际，重点在于对模具图的识图能力的培养，难点在于理论知识的实际应用。

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式包括平时成绩（30%）+期末成绩（70%），平时成绩主要包括课堂出勤情况，课堂作业质量及课后作业完成情况综合考核。

材料科学与工程学院

《冲压工艺学》

实验指导书

适用专业：材控专业、金属材料

历长云编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

《冲压工艺学》课程实验大纲的编写主要为学生本科课程实验提供相关指导。主要针对材料科学与控制专业塑性成形方向和金属材料方向的本科学生。目的是增加对本专业知识的进一步了解与掌握，尤其掌握冲压模具中各种零部件的作用、安装及性能，同时通过实验课程的学习可以更好的把所学知识与前面所学内容很好的结合起来，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。

目 录

典型冲裁模具拆装.....	1
---------------	---

实验一 典型冲裁模具拆装

实验类型：验证 实验学时：2 实验要求：（必修）

一、实验目的

1. 了解典型冲模结构及其工作原理。
2. 了解冲模上各个零件的名称及其在模具中的作用，相互间的装配关系。
3. 熟悉模具的装配程序。

二、实验内容

1. 在教师指导下，首先初步了解冲模的总体结构和工作原理。
2. 按拆卸顺序拆卸冲模，详细了解冲模每个零件的结构和用，弄清楚工作零件包括哪些，定位零件分别是什么以及其功用，知道什么是卸料、出件、压料零件。拆装模具之前，应先分清可拆卸件和不可拆卸件，制定方案，提请实验教师审查同意后方可拆卸。一般冲模的导柱、导套以及用浇注或铆接方法固定的凸模等为不可拆卸件或不宜拆卸件。
3. 拆卸时一般首先将上下模分开，然后分别将上下模作紧固用的紧固螺钉拧松，再打出销钉，用拆卸工具将模具各板块拆分，最后从固定板中压出凸模、凸凹模等，达到可拆卸件全部分离。
4. 将冲模重新组装好，进一步了解冲模的结构和冲模在压床上工作时各部分的动作及作用。

三、仪器设备

1. 简单模、复合模、连续模若干套

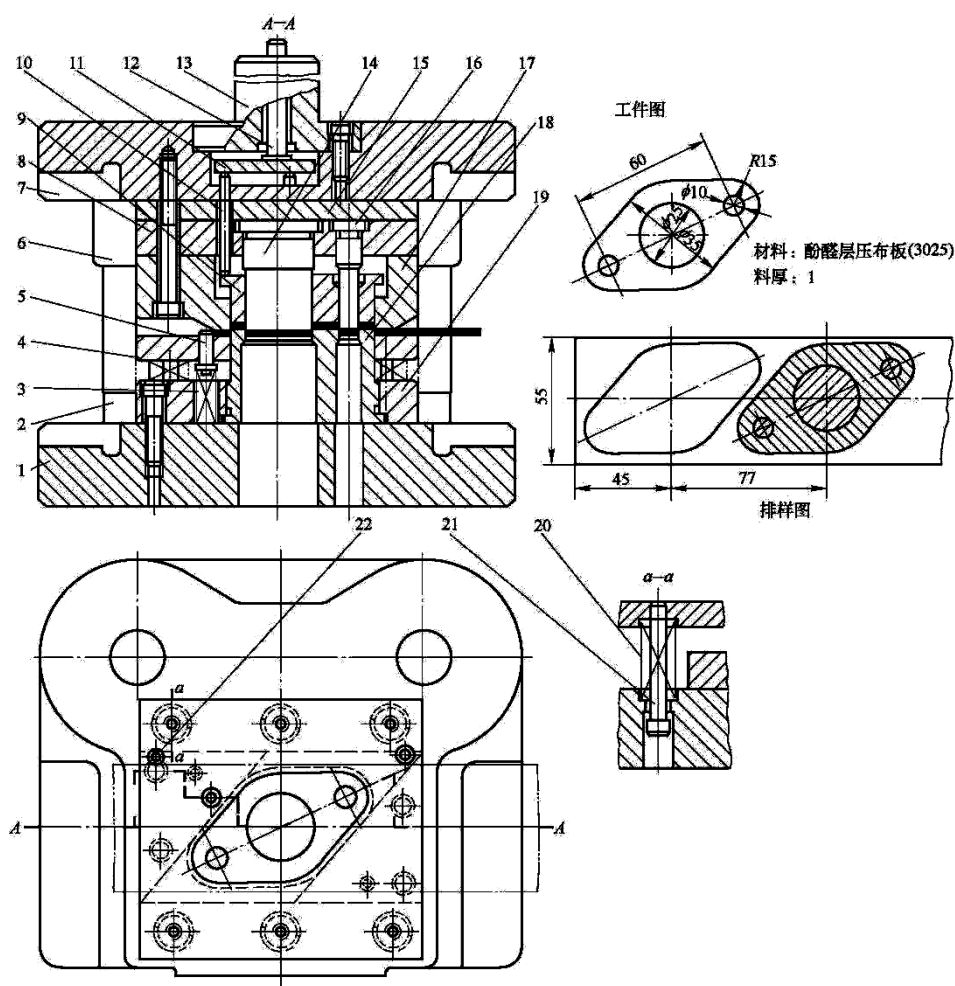
2. 锤子、 内六角扳手、 活动扳手等

四、所需耗材

1mm 后薄钢板。

五、实验原理、方法和手段

冲压利用安装在压力机上的冲模对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法。图 1 为典型的冲模复合模，其中标出的 22 个零部件主要为工艺性零件和结构性零件。



1-下模座 2-导柱 3、20-弹簧 4-卸料板 5-活动挡料销 6-导套 7-上模座 8-凸模固定板 9-推件块 10-连接推杆 11-推板 12-打杆 13-模柄 14、16-冲孔凸模 15-垫板 17-落料凹模 18-凸凹模 19-固定板 21-卸料螺钉 22-导料销

冲模模具，是将材料加工成所需冲件的一种工艺装备。模具的组成包括：

（1）工艺性零件：与材料或产品发生直接接触的零件，如成形零件（凸凹模），定位零件（挡料销等），压卸料零件（卸料板，推件块，顶杆等）

（2）结构性零件：起安装、组合、导向作用的零件，如支撑零件（上下模座），导向零件（导柱导套等）及紧固零件（螺钉等）

六、实验步骤

1.在教师指导下，首先初步了解冲模的总体结构和工作原理，如图 1 所示。

2.按拆卸顺序拆卸冲模，详细了解冲模每个零件的结构和用，弄清楚工作零件包括哪些，定位零件分别是什么以及其功用，知道什么是卸料、出件、压料零件。拆装模具之前，应先分清可拆卸件和不可拆卸件，制定方案，提请实验教师审查同意后方可拆卸。一般冲模的导柱、导套以及用浇注或铆接方法固定的凸模等为不可拆卸件或不宜拆卸件。

3. 拆卸时一般首先将上下模分开，然后分别将上下模作紧固用的紧固螺钉拧松，再打出销钉，用拆卸工具将模具各板块拆分，最后从固

定板中压出凸模、凸凹模等，达到可拆卸件全部分离。

4. 将冲模重新组装好，进一步了解冲模的结构和冲模在压床上工作时各部分的动作及作用。

七、实验结果处理

实验结果无需处理。

八、实验注意事项

1. 注意安全，防止模具拆卸时砸伤、碰伤。
2. 注意细小零部件的放置，防止丢失。

九、预习与思考题

实验结束后思考不同零部件之间是如何安装与配合的，查看公差与极限配合相关知识点。

十、实验报告要求

1. 写出模具拆装步骤。
2. 绘制装配图。
3. 详细列出冲模上全部零件的名称、数量、用途及其所选用的材料；若选用的是标准件则列出标准代号。
4. 简要说明复合冲裁模和级进模的工作过程。

《锻造工艺学》课程教学大纲

课程编号：060030980

总学时及其分配：总学时 32，授课学时 30、实验学时 2.

学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院、材料加工工程系

课程负责人：霍晓阳

编制日期：2016.9.15

一、课程简介

《锻造工艺学》是材料成型与控制专业的专业基础课，以自由锻、模锻工艺及模具设计为主线，着重阐述了在不同打击速度的锻压设备上生产锻件的工艺过程及模具设计等内容，同时还介绍了下料、加热、锻后处理方法等。

通过本课程的学习，使学生掌握金属塑性加工的基本规律、常用成形工艺方法，具备进行常用塑性加工工艺设计和模具设计的基本技能，为进行课程设计和毕业设计准备必要的专业知识。

本课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。

二、课程教学的目标

本课程主要讲授的内容有金属材料锻造成形的常用工艺方法、金属塑性成型的基本规律、锻模的设计方法等，要求学生掌握金属塑性成型的基本规律、各种成型工艺的特点、主要工艺参数、适用范围，了解产品质量控制的常用措施，使学生具备塑性加工工艺设计和模具设计的基本能力，为进行课程设计和毕业设计奠定必要的专业知识基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 概论及锻造用原材料（2 学时）

知识要点：主要内容包括锻造生产的特点、作用，国内外锻造生产发展概况，锻造用的原材料、下料方法。

目标要求：要求学生掌握了解塑性加工的特点、作用、现状及发展趋势，塑性加工的分类方法。

第二章 锻前加热（4 学时）

知识要点：主要包括加热方法、加热产生的缺陷及防止措施，锻造温度范围的确定，加热规范，锻后冷却及热处理。

目标要求：掌握下料方法、加热方法、锻造温度范围的确定方法、制定加热规范的方法、锻后冷却及热处理方法，了解锻造用原材料以及加热产生的缺陷及防止措施。

第三章 自由锻造工艺（8 学时）

知识要点：主要包括自由锻金属成形规律，主要工序变形分析和质量分析，自由锻工艺过程。

目标要求：掌握自由锻主要工序变形分析和质量分析方法、自由锻工艺过程制定方法，了解自由锻成形规律。

第四章 锤上模锻（10 学时）

知识要点：主要包括模锻金属成形规律，模锻成形工序变形过程分析及质量分析，模锻工艺过程的制定。锤用锻模模膛设计、锤用锻模结构设计。

目标要求：掌握模锻成形主要工序变形和质量分析方法，掌握模锻工艺过程的制定方法，了解模锻成形规律。掌握锤用锻模模膛和结构设计方法，

第五章 热模锻曲柄压力机上模锻（2 学时）

知识内容：主要包括曲柄压力机上模锻特点、锻件图设计特点、变形工步、工部图设计及坯料尺寸计算、变形力计算及模锻结构设计。

目标要求：了解压力机锻模模膛和结构设计的特点。

第六章 螺旋压力机上模锻（2 学时）

知识内容：主要包括螺旋压力机工作特点及应用范围、锻件

图设计特点、螺旋压力机吨位确定及锻模设计。

目标要求：了解螺旋压力机工作特点及应用范围，掌握锻件图设计。

第七章 模锻后续工序（2 学时）

知识内容：主要内容包括切边、冲孔、校正、精压及表面清理。

目标要求：掌握切边、冲孔、校正及精压模具设计方法，了解模锻件的表面清理。

实验教学环节（2 学时）

重点要求学生能较熟练地掌握锻造工艺的制定、实施。

四、本课程与其他课程的联系

本课程所需的前期课程有“工程制图”、“材料成型理论基础”、“金属学与热处理”、“金属力学性能”等，要求学生具有工程制图、金属材料学、金属塑性成形原理等方面的基本知识。本课程是“课程设计”和“毕业设计”的专业基础。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

[1] 闫洪. 锻造工艺学与模具设计 机械工业出版社 2012. 1

参 考 书：

[1] 姚泽坤. 锻造工艺学与模具设计 西北工业大学出版社 1998. 6

[2] 张志文 锻造工艺学 机械工业出版社 1983. 7

[3] 吕炎 锻造工艺学 机械工业出版社 1995. 5

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。教学方法上采用启发式教学，调动教与学两方面积极性，部分内容采用自修形式、讨论等形式进行。

采用先进的多媒体教学系统。引进本课程专业技术发展前沿，让学生了解本学科最新发展动态，扩大学生知识视野。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩、考试成绩在总成绩中所占比例分别为 30% 和 70%。

《锻造工艺学》课程实验大纲

课程编号：060030980

总学时及其分配：总学时 32 学时，授课 30 学时、实验 2 学时

学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院、材料加工工程系

课程负责人：霍晓阳

编制日期：2016.9.2

一、课程简介

《锻造工艺学》是材料成型与控制专业的专业基础课，以自由锻、锤上模锻工艺及模具设计为主线，着重阐述了在不同打击速度的锻压设备上生产锻件的工艺过程及模具设计等内容，同时还介绍了下料、加热、锻后处理方法等。

通过本课程的学习，使学生掌握金属塑性加工的基本规律、常用成形工艺方法，具备进行常用塑性加工工艺设计和模具设计的基本技能，为进行课程设计和毕业设计准备必要的专业知识。

本课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。

二、实验教学目的和基本要求

1. 实验目的

- (1) 了解空气锤的组成、各部分作用；
- (2) 掌握空气锤的工作原理及操作方法。

2. 实验基本要求

本课程具有很强的理论性和实践性，理论教学必须与课堂实验紧密结合，本实验课将采取教师示范、讲解与学生动手相结合的实验方法。

项目：空气锤结构及工作原理（2 学时）

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
1	空气锤结构及工作原理	(1) 空气锤组成部分如图 1。 (2) 对照空气锤和实物，说出空气锤结构部分包括的内容及作用。 工作部分：落下部分（活塞、锤杆和上砧块）、锤砧（下砧、砧垫和砧座）； 传动部分：电动机、带和带轮、齿轮、曲柄连杆及压缩活塞； 操作部分：上下旋阀、旋阀套和操纵手柄； 机身：工作缸、压缩缸、立柱、底座。 (3) 简述空气锤的工作原理。	2	专业教育	综合	5	必做	未开		工程训练中心

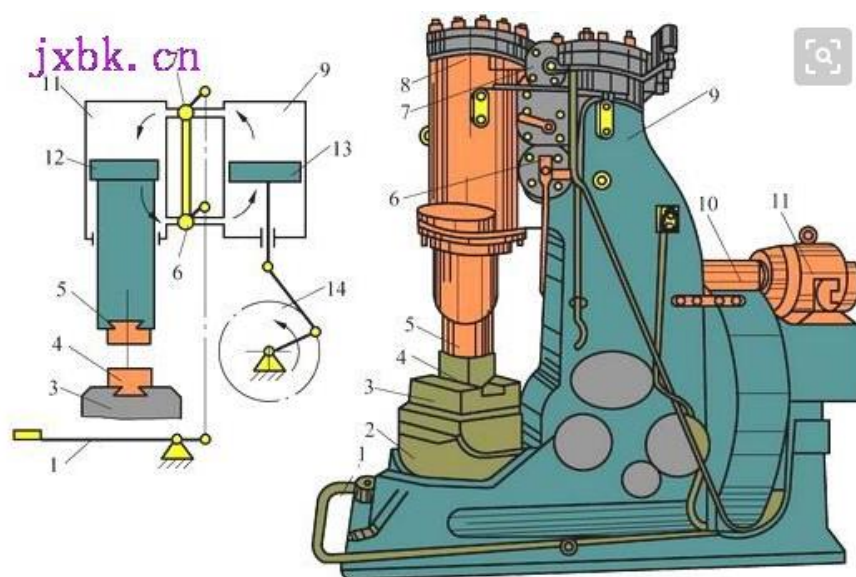


图 1 空气锤

1—踏杆 2—砧座 3—砧垫 4—下抵铁 5—上抵铁 6—下旋伐 7—上旋阀 8—工作缸
9—压缩缸 10—减速装置 11—电动机 12—工作活塞 13—压缩活塞 14—连杆

四、考核方式

实验成绩考核及评定办法

在实验结束后，学生除提交实验报告外，还应测量原始记录表。

(1) 考查学生的实习态度、考勤及遵守纪律情况，占 20%；

(2) 考查同学的业务能力及实习任务完成情况，占 50%；

(3) 考查实习报告（包括报告的正确性、广度、深度、概括性、文字表达能力等），30%。

将以上几项得分的总和折算成优、良、中、及格、不及格五级记分制，评定学生实习成绩。

五、实验教材与参考书

1. 实验指导书：

刘玉文. 锻压专业实验指导书. 北京. 机械工业出版社 . 1989. 05

2. 参考书：

[1] 闫洪. 锻造工艺学与模具设计. 北京. 机械工业出版社
2012. 1

[2] 姚泽坤. 锻造工艺学与模具设计. 西安. 西北工业大学出版社
1998. 6

《塑性加工基础》课程教学大纲

课程编号：061030540

总学时及其分配：总学时 32=理论课时 28+实验课时 4

学分数：2

适用专业：铸造、焊接专业

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制工程系

课程负责人：冀国良

编制日期：2016-11-18

一、课程简介

《塑形成型原理》是材料成型及控制工程专业的一门专业基础理论课，目的在于科学地、系统地阐明各种金属塑性成形方法在金属学和力学方面的基本规律和共同基础，为进一步学习塑性成型工艺课程做理论准备，为分析塑性变形物理机制、解决复杂工艺问题及合理

制定塑性成形工艺做理论准备。《塑形成型原理》对于培养学生科学精神、理论思维能力、学术创新能力具有重要作用。

二、课程教学的目标

本课程教学目标是：1. 阐明金属塑性成形的金属物理学基础，揭示金属的塑性变形机理，研究外部条件对金属塑性和流动应力的影响。2. 阐明应力、应变、应力应变关系和屈服准则、本构关系等塑性理论基础知识，分析塑性成形力学问题的各种解法及其在具体工艺中的应用，从而科学地确定变形体中的应力应变分布，为选择塑性加工设备和设计模具提供理论基础。3. 阐述塑性成形时的金属流动规律和变形特点，以便确定合理的变形工步和坯料尺寸。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论

1.1 金属塑性加工方法的特点及分类；1.2 本课程的目的和任务；1.3 塑性成形理论的发展概况；1.4 金属塑性加工技术在整个材料成形方法中的地位及其应用。

课堂教学：2 学时。

第二章 张量基础

2.1 矢量和张量的记法、求和约定；2.2 张量的分量转换规律；2.3 张量代数 2.4 常用特殊张量；2.5 主方向与主分量。

课堂教学：4 学时。

第三章 应力分析

3.1 应力张量；3.2 应力张量的坐标变换 3.3 主应力、应力主方向、应力张量不变量；3.4 最大切应力；3.5 应力偏张量和应力球张量；3.6 八面体应力和等效应力；3.7 应力平衡微分方程；3.8 平面应力问题和轴对称应力问题。

课堂教学：8 学时。

第四章 应变分析

4.1 应变张量；4.2 几何方程；4.3 变形协调方程；4.4 主应变、应变主方向、应变张量不变量；4.5 最大切应变；4.6 应变偏张量和应变球张量；4.7 八面体应变和等效应变；4.8 应变增量和应变速率张量；4.9 平面应变问题和轴对称应变问题的应变张量；4.10 有限应变；4.11 真实应变。

课堂教学：6 学时。

第五章 屈服准则与本构方程

5.1 屈服准则的概念与性质；5.2 屈雷斯加屈服准则和米塞斯屈服准则；5.3 屈服准则的数学方程和几何表达；5.4 屈服准则的实验验证；5.5 应变硬化和后继屈服准则；5.6 弹性本构方程；5.7 加载与卸载准则及杜拉克公设；5.8 增量理论；5.9 全量理论；5.10 最大散逸功原理。

课堂教学：6 学时。

第六章 主应力法及其应用

6.1 主应力法的基本原理；6.2 锻造的主应力法分析；6.3 挤压的主应力法分析；6.4 模

锻的主应力法分析。

课堂教学：2 学时。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	摩擦系数测定	金属圆柱试样压缩的摩擦系数	2	专业基础	综合性	5	必做	已开		材控实验室

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程是《理论力学》和《材料力学》。本课程的后续课程是《锻造工艺学》、《冲压工艺学》、《轧制工艺学》和《塑性成形数值模拟》。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 董湘怀 主编，《金属塑性成形原理》，机械工业出版社，2011.7
- [2] 卓卫东 主编 《应用弹塑性力学》，科学出版社，2013.10
- [3] 康永林 洪慧平 译 《金属塑性成形导论》，高等教育出版社，2010.3

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

阐明基本概念及定理公式的丰富深刻的物理意义；阐明主要定理公式的推导思路与数学技巧；培养学生利用塑性力学基本理论及初等求解方法分析解决工程实际问题的能力；利用最新研究成果和文献资料来阐明塑性力学的基本知识和理论；提供典型例题和习题，培养学生应用塑性力学基本知识和理论的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

(1) 课程考核主要内容

1. 矢量和张量的记法、求和约定、张量的分量转换规律。
2. 斜面应力公式、应力张量、应力张量不变量、应力偏量、应力球张量、等效应力、应力平衡方程、平面问题和轴对称问题的应力状态的特点；
3. 应变张量、主应变、应变主轴、应变张量不变量、主切应变与最大切应变、应变偏张量和应变球张量、等效应变、应变增量和应变速率张量等概念及其表达式，几何方程、应变连续方程，平面应变问题和轴对称应变问题的应变张量、几何方程的特点，真实应变的表示方法。
4. 米塞斯屈服准则、屈雷斯加屈服准则及后继屈服准则的数学表达式及其物理意义；加载、卸载准则、杜拉克公设；增量理论、全量理论、最大散逸功原理。

(2) 成绩评定方式

闭卷考试，试题形式有填空题、简答题、综合题，其中卷面成绩占最后总成绩的 70%，平时成绩占 30%。

材料学院

《塑性加工基础》

实验指导书

适用专业：铸造、焊接、金属

冀国良 编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

本课程实验是使学生理解掌握塑性成型基本原理的概念、理论和知识的一个重要教学环节，也是使学生培养实验技能、提高动手能力的一个重要的实验环节。通过压缩试验，了解摩擦系数测定的实验原理，掌握摩擦系数对镦粗变形不均匀的影响规律，掌握数据处理方法。本实验适用于铸造、焊接和金属专业学生。

目 录

摩擦系数测定.....	1
-------------	---

实验一 摩擦系数测定

实验类型：综合性

实验学时：2

实验要求：（必修）

一、实验目的

了解摩擦系数测定的实验原理，掌握摩擦系数对镦粗变形不均匀的影响规律。理解万能材料试验机的工作原理，了解其性能参数、适应范围及注意事项，熟悉操作规程，掌握操作技能，学会正确使用。学会分析处理数据，计算摩擦系数。

二、实验内容

- (1)了解摩擦系数计算公式的推导方法。
- (2)了解圆柱试样断面摩擦对镦粗变形不均匀的影响规律。
- (3)了解各种润滑剂的润滑性能及摩擦系数。
- (4)学会试验数据的处理方法。

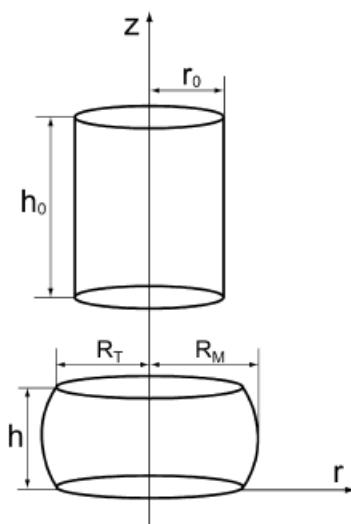
三、仪器设备

万能材料试验机

四、所需耗材

铜合金圆柱试样，试样规格 $\phi 8 \times 12\text{mm}$ 。

五、实验原理、方法和手段



圆柱试验压缩示意图

计算摩擦系数的公式如下

$$m = \frac{(R/h)b}{(4/\sqrt{3}) - (2b/3\sqrt{3})}$$

其中， r_0 和 h_0 分别是压缩变形前圆柱试样的半径和高度； R 和 h 分别是压缩变形后圆柱试样的半径和高度， h 是压缩变形后测量得到的试样高度， R 是计算得到的压缩变形后圆柱试样的平均半径。

$$R = r_0 \sqrt{\frac{h_0}{h}}$$

b 是鼓形系数；

$$b = 4 \cdot \frac{R_M - R_T}{R} \cdot \frac{h}{h_0 - h}$$

R_T 和 R_M 分别是压缩变形后圆柱试样的最小半径和最大半径。由于最小半径 R_T 测量困难，也可以使用下述公式计算。

$$R_T = \sqrt{3 \frac{h_0}{h} r_0^2 - 2R_M^2}$$

六、实验步骤

- (1)将圆柱试样不涂敷润滑剂、涂敷石墨、机油润滑剂；
- (2)将圆柱试样夹持到万能材料试验机的夹持器；
- (3)压缩试样，高度减小 40%；
- (4)记录试验的应力应变曲线；
- (5)测定压缩后试样的端面直径、鼓形直径和高度。

七、实验结果处理

八、实验注意事项

九、预习与思考题

十、实验报告要求

本课程对实验报告的要求（应包括对报告内容的要求）。

- 1、实验目的
- 2、实验原理
- 3、原始数据
- 4、利用实验数据计算摩擦系数
- 5、比较不同润滑剂的摩擦系数大小
- 6、利用摩擦系数修正应力应变曲线
- 7、分析变形规律

《铸造工程基础》课程教学大纲

课程编号：061030501

总学时及其分配：总学时 32 授课 28 实验 4

学分数：2

适用专业：锻压、焊接、金属

任课学院、系部：材料学院材料加工系

课程负责人：王英

编制日期：2016-11-11

一、课程简介

《铸造工程基础》是材料成型与控制专业的主要专业课之一，阐述了工艺设计的基本内容、方案的确定，浇冒口系统的开设和设计，金属过滤技术以及工艺装备设计等。学习本课程时，应特别注意理论联系实际，以便为学生今后开发新的造型材料，研究新的铸造工艺方法和拟定合理的铸造工艺方案，奠定良好的基础。

二、课程教学的目标

本课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，从组织结构的角度出发，来阐述问题，重点放在与铸造工程有关的基本概念、基本现象、基本规律和基本方法上。使学生了解并基本掌握有关铸造的理论和方法。在教学过程中，可利用多媒体教学，安排学生观看有关型砂、铸造工艺和铸造合金等录像，加深学生的感性认识。还可以安排学术讲座，使学生对材料科学的发展动态有一定了解。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲述铸造工程有关的基本概念、基本现象、基本规律和基本方法、造型材料、铸造合金、铸造工艺设计、非重力铸造方法、铸造设备。

第一章：绪论（2学时）

课程内容：本章介绍了铸造工艺的特点和铸造定义，包括铸造的历史，铸造的发展趋势等。要求学生掌握铸造的概念、铸造工艺的特点以及铸造的发展趋势。

第二章：铸型的制备技术（6 学时）

课程内容：造型材料制备、芯盒砂的制备、汽化模铸造工艺、熔模铸造工艺等。要求学生掌握造型材料的基本组成、造型材料的粘结原理和芯盒的制备方法，以及汽化模和熔模铸造的工艺过程。

第三章：铸造工艺设计 (8 学时)

课程内容：铸造工艺图的标注方法，浇注位置和分型面的选择原则。工艺参数的确定原则，铸造工艺和合金铸造性能对铸件结构的要求，冒口冷铁的运用原则，通过学习，要求学生掌握铸造工艺图的设计过程。

第四章：铸造合金原理(2 学时)

课程内容：铸造合金的熔炼简介。要求了解铸铁、铸钢及有色金属的熔炼。基本掌握熔炼设备基本结构，基本原理，精炼方法及原理等。

第五章：铸造生产机械装备(4 学时)

课程内容：铸造车间设置，了解粘土砂造型设备，熟悉树脂砂和水玻璃砂造型设备机生产线，造型材料处理及旧砂再生设备，铸造熔化设备及控制，落砂清理及环保设备，铸造生产过程自动化。要求学生掌握粘土砂造型设备造型原理，铸造生产过程自动化。

第六章：非重力铸造及金属型铸造技术（6 学时）

课程内容：压力铸造的基本概念和压铸机的分类，压力铸造的铸造过程、压铸模具的设计、低压铸造和差压铸造的原理、离心铸造的特点，挤压铸造的特点、金属型铸造的特点。要求学生掌握压力铸造的基本概念和压铸机的分类，压力铸造的铸造过程、压铸模具的设计。

具体实验安排表如下。

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必/选做	已开/未开	说明	承担实验室
1	原砂性能综合性实验	测定原砂的含水量、含泥量、粒度、透气性、湿压强度、紧实率、流动性、原砂颗粒形状及表面状况	2	技术基础	验证	5	必做	已开		材料成型与控制实验室
2	浇注系统水模拟实验	观察浇口中水平漩涡，垂直漩涡的形成及影响因素，渣和气体进入直浇道的过程观察，液体及渣团、气体流经几种典型浇注系统的运动规律	2	技术基础	验证	5	必做	已开		材料成型与控制实验室

注：“实验类别”为基础、技术（专业）基础、专业、科研、生产、毕业设计（论文）或其它；“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性；“每组人数”为基础或专业基础课实验一般1人或2人一组，专业课实验一般不超过5人，有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限，但最多不超过15人一组。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的基础课程是《材料科学基础》。作为专业技术基础课，它是很多专业的基础。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：《铸造工程基础》魏华胜主编，机械工业出版社

参考书：

- [1] 《铸造工艺学》 曲卫涛主编，西北工业大学出版社，1996
- [2] 《铸造工艺设计》李弘英主编，机械工业出版社，2005
- [3] 《材料科学基础》，潘金生等，清华大学出版社，2004
- [4] 《金属热处理原理》赵连城主编，哈尔滨工业大学出版社，1987；
- [5] 《金属工艺学》 王英杰主编，机械工业出版社，2008

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

由于《铸造工程基础》涉及许多基础理论，概念性强，内容抽象，在课堂上采用启发式教育，以调动学生积极的思维能力；在讲授时除了板书外，尽量多用教学模型、挂图、照片和曲线图表等形象化语言；部分内容如熔模铸造、铸造合金组织结构的变化等，便组织学生观看录像，生动地用图像演示给学生，以加深学生对课程内容的理解，提高学习兴趣，另一方面，为了提高学生对那些需要有丰富空间想象力的模具设计，将先进的多媒体现代化教学手段引入铸造工程局基础教学中，并让它们以二维或者三维动画形式生动形象的展示在学生面前。实现图文声像并茂的一体化教学，弥补传统教学在时间和空间等方面的不足，以提高教学效果，并让学生在有限的课堂授课学时中学到更多的专业理论知识。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方式：闭卷笔试

成绩评定：平时成绩=课堂出勤+作业+实验成绩 占 30%

材料学院

《铸造工程基础》

实验指导书

适用专业：锻压、焊接、金属

材料加工系编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

《铸造工程基础》是材料科学与工程、冶金、机电等的一门重要的专业课，铸造工程基础实验课是一个重要的教学环节，通过学习可引导学生了解各实验的原理，熟悉实验用设备，运用所学原理对实验结果进行分析，有助于学生理解铸造工程基础的实质，培养学生的动手能力，观察实验现象，理论联系实际，分析实验结果，解决实际铸造工艺问题的能力，有助于学生专业综合素质的提高。

目 录

原砂性能综合性实验.....	1
浇注系统水模拟实验.....	14

实验一 原砂性能综合性实验

实验类型：技术基础 实验学时： 2 实验要求：必修

一、实验目的

铸造生产中用来配制型砂、芯砂的原砂称为铸造用砂。原砂的含泥量、颗粒组成及形状等对型砂的性能有着重要的影响。含泥量高会使型、芯的透气性和耐火度降低。原砂的颗粒组成对型、芯砂的透气性、强度和耐火度都有影响。而原砂的颗粒形状对型、芯砂的流动性、透气性和强度也都有影响。因此,为了配制合乎生产要求的型、芯砂,并在使用中控制它们的质量,就必须掌握原砂的性能及其实验方法。

二、实验内容

测定原砂的含水量、含泥量、粒度、透气性,湿压强度、紧实率、流动性、原砂颗粒形状及表面状况。

三、仪器设备

普通天平、红外线烘干箱、涡轮式洗砂机、电磁微震筛砂机、体式显微镜、火燃喷灯、碾轮式混砂机、捶击式制样机(液压制样机)、万能强度试验机、直读式透器性测定仪、B型硬度计、筛子、钢板尺等。

四、所需耗材

石英砂、水、粘结剂。

五、实验

(一)、原砂性能测试

1. 测定原砂的含水量

(1) 实验原理

试料中所含水分的百分数，即为该试料的含水量。

(2) 实验步骤

试验时，称取 50 克（准确度达 0.1 克）试料，在红外线烘干机中烘干。烘干温度在 105~110℃ 之间，经 4~8 分钟烘至恒重。冷却后进行称量，记下烘干后试料的重量，准确度为 0.1 克。（作不同含水量的三种试样）。

按下式计算含水量：

$$X = \frac{G - G_1}{G} \times 100 = (50 - G_1) \times 2$$

式中：X — 含水量（%）；

G — 烘干前试料的重量（克），G = 50 克；

G₁ — 烘干后试料的重量（克）。

2. 测定原砂的含泥量

(1) 实验原理：

原砂中所含直径小于 0.075 毫米的部分，其百分数即为原砂的含泥量。

测定原砂含泥量通常采用冲洗法。主要是利用悬浮在水中的砂和泥分的质点大小不同，其下沉的速度也不同的原理，将砂和泥分开。

颗粒在水中下沉的速度可用如下公式计算：

$$V = \frac{d^2(r - r_1)}{18\eta} g$$

式中：V — 质点下沉速度（厘米/秒）；

d — 质点直径（厘米）；

r — 下沉物的密度，2.62 克/厘米³（砂与粘土比重大致

相同);

r_1 — 水的密度 (克/厘米³);

η — 水的粘度 0.0010 克/厘米·秒 (20°C);

g — 重力加速度 930 厘米/秒²。

直径为 0.022 毫米的最小砂粒在 20 °C 的水中下沉速度为:

$$V = \frac{d^2(r - r_1)}{18\eta} g = 0.0426 \text{ 厘米/秒} = 2.556 \text{ 厘米/分} \approx 2.5 \text{ 厘米/分}$$

5 分钟内直径为 0.022 毫米的砂粒在水中下沉深度约为:

$$2.5 \times 5 = 12.5 \text{ 厘米。}$$

因此, 将原砂与水充分搅拌, 使砂和泥悬浮于水中, 然后静置 5 分钟, 则所有的砂粒都下降到距水平 12.5 厘米以下, 而 12.5 厘米以上的水中悬浮物则都是泥分, 即可用虹吸管将它吸出。这时, 下部的砂中可能还混有一些泥分, 再清洗几次, 直至上部分水清为止, 这样就可能将原砂中的泥分完全洗出。取出沉淀的砂粒烘干, 称重量即可算出含泥量。

(2) 实验步骤

①称取烘干的原砂试样 50 克(精确度为 0.1 克)置于洗砂杯中, 再加入 475 毫升水和 25 毫升浓度为 1%的氢氧化钠溶液(加入氢氧化钠溶液的的目的是使粘土及砂粒积压后容易自成分散的质点, 以免相互粘附在一起)。

②将洗砂杯装到快速洗砂机上, 升高托盘, 使搅拌轴完全伸入洗砂杯中, 并紧固托盘, 防止水溅出。

③开动洗砂机马达, 搅拌 10 分钟, 关闭电源。取下洗砂杯, 并

仔细冲洗粘在搅拌轴和杯壁的泥砂。

④用玻璃棒搅拌，搅拌后静置 10 分钟，用虹吸管吸去上部分 125 毫米高度的浑水，不能将 25 毫米以下的砂吸去。

⑤重复第④步，直到洗砂杯中的水完全透明为止。自第二次起，每次只需静置 5 分钟。

⑥最后一次吸出杯中的清水后，将剩下的砂粒同水一起倒入漏斗中的滤纸上，不能倒在外面，并注意冲洗，然后将湿砂连同滤纸一起放在器皿上，在恒温箱中烘干（温度 200~275° C）。

⑦烘干后，仔细将砂粒收集起来，在天平上称重，并根据下式计算出含泥量：

$$Q = \frac{G - G_1}{G} \times 100 = (50 - G_1) \times 2$$

式中：Q — 含泥量（%）；

G — 称取的原砂试样重量（50 克）；

G₁ — 洗涤烘干后试料重量（克）。

3. 测定原砂的粒度

（1）实验原理

原砂的粒度是指砂粒的大小，不同颗粒大小的比例，砂粒的均匀程度。

原砂粒度的测定采用筛分法。

（2）实验步骤：

①将经过冲洗后测定含泥量的试样放在标准筛的最上面，盖子盖

好后放在筛砂机上。

②开动马达，筛分 10 分钟后，关闭电源，取下筛子，将每一个筛子上的砂子分别到在盘中，并且将网眼中的砂粒也用毛刷刷下。

③用天平称量每个筛子上砂粒的重量（准确度为 0.1 克），并将重量乘 2，所得结果即为该号筛上的砂粒占试样总重量的百分数。

④用砂粒最集中的三个相邻筛子的头尾筛号数表示出原砂的颗粒组成。

注意：筛子使用前先要检查每个筛子的筛号，检查排列顺序是否正确，完全排列正确后方能筛分。

4. 圆砂颗粒形状的观测

（1）实验原理

原砂颗粒形状分为：圆形砂、多角形砂和尖角形砂。

圆形砂：颗粒为圆形或接近于圆形，表面光洁，没有突出的棱角，这种砂用符号“○”表示。

多角形砂：颗粒呈多角形，且多为钝角。以符号“□”表示。

尖角形砂：颗粒呈尖角形，且多为锐角。以符号“△”表示。

（2）实验步骤

将洗净的原砂的主要部分（相邻三筛的砂子）均匀混合，取少量放在放大倍数低于 60 倍的显微镜下进行观察，以主要的一种表示。如果有两种颗粒形状，则只要一种不超过 1/3，则仍以主要颗粒表示，如果两种都超过 1/3，则用两种符号表示。

观察结果评定颗粒形状是圆形、多角形还是尖角形，以符号表示

之。表面状况包括砂粒的颜色、透明度、有无裂纹、粗糙程度和有没有其他杂物等。

(二) 型砂性能测试

1. 测定型砂的透气性，湿压强度

(1) 实验原理

标准工艺试样的制作：测定造型材料的透气性及强度时，应采用标准工艺试样，各种标准工艺试样的尺寸规格如表 1 所示。

表 1 型砂试样规格

试样名称	试样形状	试样尺寸 (mm)
抗压、抗剪、抗裂	圆柱形	$\Phi 50=0.2 \times 50 \pm 0.1$
抗拉	8 字形	中截面 25×25
抗弯	方柱形	25×25×166.7

(2) 实验步骤：

① 在混砂机上混碾不同水分加入量和活化膨润土的湿型砂，每碾为 2 公斤，碾好后放入塑料袋中盖好，准备试验。型砂配方如表 2。

② 用天平称取约 170 克型砂倒入冲样筒中，在冲样机上击三下，制成标准试样。

表 2 测透气性及湿压强度的型砂的配方

样号	原砂百分含量	原砂重量	膨润土百分含量	膨润土重量	水百分含量	水重量	NaCO ₃ 重量
1	94%	1880g	6%	120g	0.75%	15g	
2	94%	1880g	6%	120g	1.5%	30g	
3	94%	1880g	6%	120g	2.5%	50g	
4	94%	1880g	6%	120g	3.5%	70g	

5	94%	1880g	6%	120g	7.5%	150g	
6	94%	1880g	6%	120g	7.5%	150g	4.8g

③ 将标准试样连同冲样筒一起倒扣在透气率测定仪的实验座上，测出透气率，并记下数值。

④ 将标准砂样用顶柱从冲样筒中顶出，放于万能强度实验机上。测出它的湿压强度并记下数值（单位 ka/cm^2 ），每种型砂做三个标准试样，对所测数据取平均值。

⑤ 将所测数据列表填好，并根据表上的平均值分别绘出水分不同的加入量与湿强度和透气性的关系曲线。

2. 测定型砂的紧实率

（1）实验原理

型砂紧实率是指型砂在被紧实前后的体积变化就绪。型砂被紧实前松态密度越小，紧实后的体积减小越多，则紧实率越高。

（2）实验步骤：

将型砂通过筛孔直径为 4.8~6.4 毫米的筛子松散地装入试样筒中，刮去顶端多余的型砂，用筛击制样机打三个，然后测量出打下的深度。

型砂配方如表 3 所示。

表 3 测紧实率及流动性的型砂配方

试样号	原砂	膨润土	水
1	100%	6%	0.75%
2	100%	6%	1.0%
3	100%	6%	1.5%

用下式计算紧实率：

$$K = \frac{B}{A} \times 100$$

其中：K — 紧实率（%）；

B — 紧实距离（毫米）；

A — 砂样筒高（毫米）。

按以上方法分别测出含水量不同的三种型砂的紧实率，并比较其结果。

3. 测定型砂的流动性

（1）实验原理

型砂流动性是指型砂颗粒间在自重或一定外力作用下，发生相对运动的能力，对于流动性较好的型砂。容易获得紧实度均匀的铸型，并且要获得一定的紧实度，所需要的功能比较小。

由于目前测定型砂流动性的方法没有统一，因而我们这里选择一种简单的阶梯法来测定粘土砂的流动性，并比较其结果。

（2）实验步骤：

将 120 克型砂置于试样筒中，筒内先放凸台，如图 1 示，在捶击制样机上打三下，翻转试样筒测出 A 面的硬度值来，再顶出少许，沿凸台把余砂刮去，测出 B 点的硬度，如图 1 所示：

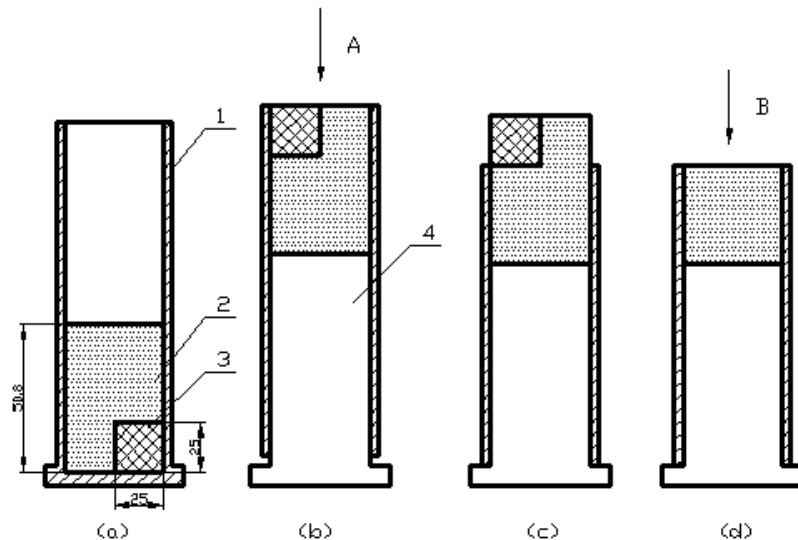


图 1 用阶梯式试样侧流动性

$$K_s = \frac{H_A}{H_B} \times 100$$

其中： K_s — 型砂流动性（%）；

H_A — A 处硬度值；

H_B — B 处硬度值。

按以上方法测定出含水量相同，加与不加机油的粘土砂的区别。

配方如下表 4 所示。

表 4 测流动性的型砂的配方

试样号	原砂	膨润土	水	机油
1	100%	6%	3%	
2	100%	6%	3%	1%

4. 测定砂型的表面硬度

(1) 实验原理

在生产中，常用型砂表面硬度来评定型砂的紧实质量。因为硬度随紧实度的增加而增加，并且硬度检验不损坏砂型，测量方便。现在

得到广泛的应用，砂型的表面硬度，用砂型硬度计测量。

目前，砂型硬度计有干型和湿型两种，共有 A、B、C、D 四种型号。我们实验所用的为 B 型硬度计。

（2）实验步骤：

将硬度计底部的平面紧压在所试验的砂型表面，然后根据小钢球压入试样的深度，直接从硬度计表盘的刻度中读出该试样或砂型的硬度值。

测定湿态试样的硬度时，应该试验三个试样，采取所得结果的算术平均值为该试样的湿态硬度值，也可以用在几个不同点所测出的结果计算其平均数。

六、思考题

- 1、原砂的牌号及表示方法。
- 2、粒形对型砂性能的影响？（紧实率、透气性、强度）为什么？
- 3、粘土砂的湿态粘结机理？
- 4、绘出水分不同加入量型砂的强度、透气性曲线，并标出最佳配方。

七、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

实验二 浇注系统水模拟实验

实验类型：技术基础 实验学时： 2 实验要求：必修

一、实验目的

交口杯中水平漩涡，垂直漩涡的形成及影响因素；渣和气体进入直浇道的过程观察；直浇道模型中的真空吸气现象和防止方法；了解依相似原理设计模型的基本规则。

二、实验内容

观察浇口杯中水平漩涡，垂直漩涡的形成及影响因素，渣和气体进入直浇道的过程观察，液体及渣团、气体流经几种典型浇注系统的运动规律。

三、仪器设备

水利模拟实验台

浇注系统有机玻璃模型一套

液态金属模拟物——水，渣团模拟物——锯末（经过处理）、聚苯乙烯珠粒等。

“U”形管测压计等

橡皮泥

四、所需耗材

水、锯末、聚苯乙烯珠粒、橡皮泥

五、实验原理、方法和手段

为了便于观察和测定各种数据，用有机玻璃等透明材料制造浇注系统模型。而用水作金属的模拟物。要使模型中水的运动特性和高温

液态金属在砂型中的运动特性相似，应满足相似原理的要求。为了使两者的运动相似（或动力相似），必须使模型与砂型浇注系统两者之间几何相似，且水在模型中流动时与液态金属在砂型中流动时的雷诺数相等。即：

$$\text{Re}_{(n)} = \text{Re}_{(m)} \quad (1)$$

式中： $\text{Re}_{(n)}$ ——液态金属在砂型中流动时的雷诺数

$\text{Re}_{(m)}$ ——水在模型中流动时的雷诺数

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

对于非圆形管道：

$$R = \frac{F}{w}$$

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot v \cdot R}{\nu}$$

所以（1）式可表示为：

$$\frac{4 \cdot v_{(n)} \cdot R_{(n)}}{\nu_{(n)}} = \frac{4 \cdot v_{(m)} \cdot R_{(m)}}{\nu_{(m)}} \quad (2)$$

$$\frac{v_{(n)} \cdot R_{(n)}}{\nu_{(n)}} = \frac{v_{(m)} \cdot R_{(m)}}{\nu_{(m)}} \quad (3)$$

式中： v ——液流的平均流速 cm/s

R ——浇注系统的水力学半径 cm

ν ——流体的运动粘度 m^2/s

六、实验步骤

1、浇口杯中流动状态的主要影响因素

取 1# 模型、放入少许渣团模拟物进行下列五组实验试验，注意观察记录水平漩涡、垂直漩涡的形成及阻渣、进气情况，模型见图 1。

表 1 浇口杯中流动状态影响因素实验顺序表

实验 序号	浇注 位置	浇口杯内 液面深浅	浇注流股 大小	浇注 方向
1	低	浅	小	逆向
2	低	高	小	逆向
3	高	高	小	逆向
4	低	高	大	逆向
5	低	高	小	侧向

比较实验 1 与实验 2，注意观察浇口杯内液深浅对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 3，注意观察浇注位置高低对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 4，注意观察流股大小对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 5，注意观察浇注方向对实验结果的影响。

将以上观察结果，绘图记录于实验报告中。

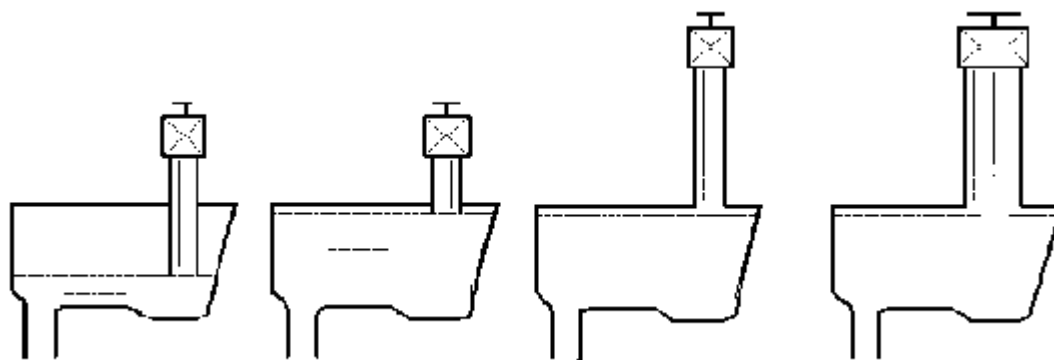


图 1 1# 模型浇口杯中流动状态实验

2、直浇道模型中的真空吸气现象和防止方法

直浇道模型 2#（如图 2 所示）为两单元，即除浇口杯之外，只有直浇道。直浇道横截面积上下相等。因此，由水利学原理可知，直浇道口内各截面上将出现负压，维持浇口杯内液面呈接近充满状态，注意观察模型的直浇道上的三个小孔的吸气现象，并在图 3 上标出

上、中、下三个小孔的吸气严重程度。若以手指逐渐堵塞直浇道下出口，使之出口面积逐步缩小，增加阻力，注意三个小孔的吸气现象有何变化，并记录之。简要说明三个小孔由吸气逐步转化为正压出流之原因。

最后，用“U”形压力计分别测出上、中、下三个小孔的负压值并记入表 2 中。

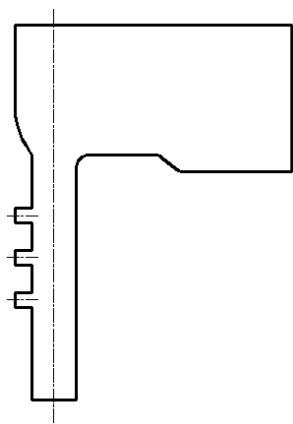


图 2 直浇道模型 2#

表 2 模型 1#直浇道内不同位置的负压值

不同位置	“h” 毫米汞柱
上孔	_____
中孔	_____
下孔	_____

3、横浇道的捕渣效果

以模型 3# 进行浇注试验。该模型的特点是，当只使用 1 个内浇口时，为横/内控制式浇注系统，内浇口开在横浇道下侧面，其浇口比为：

$$F_{\text{直}} : F_{\text{横}} : F_{\text{内}} = 2.54\text{cm}^2 : 2.12\text{cm}^2 : 1.92\text{cm}^2 = 1 : 2 : 0.76$$

当用橡皮泥堵塞 2 号内浇口，使用 1 号内浇口时，末端延长段长度为 230 毫米；当堵塞 1 号内浇口，使用 2 号浇口时，末端延长段长度为 110 毫米，在直浇口底部放入少许渣团模拟物，然后依次进行两种情况下的浇注试验。注意观察不同的末端延长段对阻止初期的渣及冷物铁水的影响。

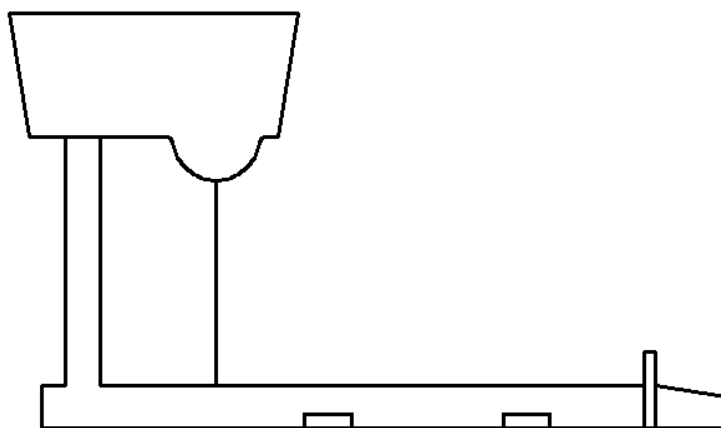


图 3 模型 3#

4、离心集渣包式浇注系统挡渣效果实验

离心集渣包式浇注系统如图 4 所示，其浇口比为

$$F_{\text{直}} : F_{\text{横}1} : F_{\text{横}2} (\text{集渣包入、出口}) : F_{\text{内}} = 2.54 : 5.12 : 5.12 : 2.56 = 1 : 2 : 2 : 1$$

末端延长段（普通型）大约 80mm。

注意观察浇注系统的流动状态及横浇道各部位的挡渣效果。在图上示意地画出“渣团”的停留位置。（在试验中内浇口面积可以用橡皮泥加以调节，以适应所需要的交口比）。

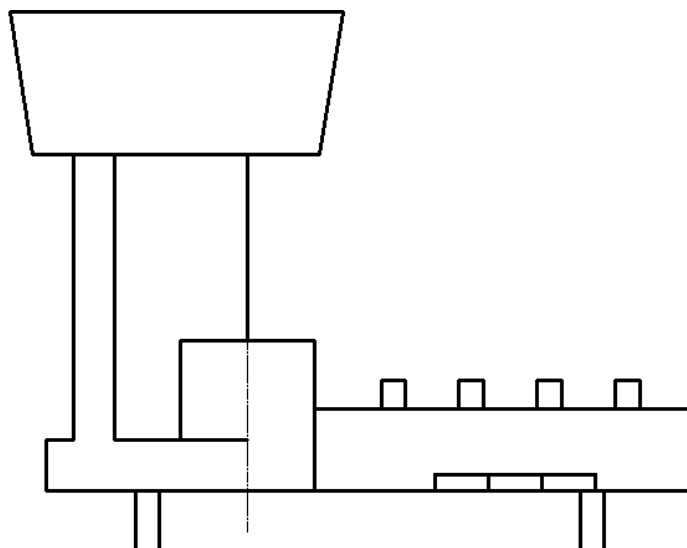


图 4 模型 4# 离心集渣包式浇注系统

七、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

《专业英语》课程教学大纲

课程编号：060030070

总学时及其分配：总学时 32 学时，授课 32 学时

学分数：2

适用专业：材料成型及控制工程

任课学院、系部：材料学院 材料加工工程系

课程负责人：黄丹

编制日期：2016.7.5

一、课程简介

材料成型及控制专业《专业英语》，是上述专业方向必修的技术基础课。该

课程结合已学专业理论课及专业实践,同时又与生产实际密切联系,以单元形式,系统了解机械装备制造、金属材料性能、铸造、焊接,以及锻压等领域的必要英语技术术语、概念和表达。《专业英语》的设置,既是工程技术专业大学生必要的外语素质在专业领域的扩展,也是对所学专业知识的再次强化;是实现教育国际化的重要环节,也是现阶段的主要手段。

二、课程教学的目标

通过本课程学习,要求学生:

- 1.系统掌握金属材料及其加工制造相关基本技术术语、概念、工艺特征的英文表达,掌握并应用科技英语及说明文体的基本语法,体会中英文差异及其原因。
- 2.能够快速阅读相关英文技术文献,提取核心思想,做到基本概念、过程准确无误。
- 3.初步做到借助工具书及专业知识完成简单的技术类资料的汉译英工作。

三、课程教学的基本内容及教学安排

Part I Mechanical Design	2 学时
Part II Interchangeability and Measurement	2 学时
Part III Materials Science Basis and Heat Treatment 3.1 Engineering Materials-1 3.1 Engineering Materials-2 3.1 Engineering Materials-3 Seminar 3.2 Material's Mechanical Properties-1 3.2 Material's Mechanical Properties-2 3.3 Casting-1 3.3 Casting-2 3.4 Forging-1 3.4 Forging-2 3.5 Welding-1 3.5 Welding-2 Seminar and Presentation	24 学时
Part IV Manufacturing Technology and Machine Tools	2 学时
Seminar and Presentation	2 学时

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

材料科学基础、机械设计基础或机械原理

五、建议使用教材与教学参考书

教材: 赵武等. 机械工程专业英语. 北京: 电子工业出版社, 2013

参考书:

(1) 范积伟. 材料专业英语. 北京: 机械工业出版社, 2010

(2) 赵杰. 材料科学基础(双语版). 大连: 大连理工大学出版社, 2010

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

教学方式以课堂讲授为主，辅助较多的学生发言/演讲，课下作业等形式。

学习建议：英语学习的特点就是持续性，无论大学英语还是专业英语。后续学习中应有意识地多接触外文专业文献，自我训练快速泛读和关键内容的重点精读。同时，需要配合一定量的翻译训练，才能满足毕业设计/论文的要求。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩 30%，期末卷面成绩 70%。

《铸造合金及其熔炼》课程教学大纲

课程编号：060030340

总学时及其分配：理论课 44 学时，实验 4 学时，总 48 学时。

学分数：3

适用专业：材料成型及控制工程专业（铸造方向）

任课学院、系部：材料学院材料加工工程系

课程负责人：李平

编制日期：2016.11

一、课程简介

《铸造合金及其熔炼》是材料成型及控制工程专业的主要专业课之一，本课程主要讲述各种合金材料的化学成分、金相组织、力学性能与使用性能之间的关系，以及各种合金材料的熔炼方法及生产工艺等基本知识，使学生对各种常见的铸造合金及其熔炼工艺的共性和个性问题有所了解，能理解一些工艺问题的实质，了解国内外在合金材料的开发以及熔炼技术方面的新发展。初步具备选择铸造合金、配制原材料和熔炼方法的能力，对铸造生产中出现的相关问题，初步具备分析和提出解决方案的能力。

二、课程教学的目标

（一）课程教学目标

本课程的教学目的是使学生掌握常用铸铁的成分、组织、性能及其内在联系，掌握铸铁熔炼的基本原理，了解各种铸铁的生产方法及冲天炉的操作工艺，为获得合格的铸铁件奠定合金及熔炼方面的基础。掌握铸造碳钢、低合金钢、高合金钢的化学成分、金相组织、力学性能的关系，掌握合金元素在铸钢中的作用，了解炼钢工艺特点与炼钢设备的基本构造。掌握常用的铸造铝合金、铸造铜合金的成分、组织、性能及应用的关系，了解合金的铸造性能及熔炼工艺原理的基础知识，常用合金及其典型熔炼工艺。初步具备选择铸造合金、配制原材料和熔炼方法的能力，对铸造生产中出现的相关问题，初步具备分析和提出解决方案的能力。

（二）知识、能力及素质培养方面的贡献

（1）掌握常用铸铁的成分、组织、性能及其内在联系的规律性，掌握常用合金元素的作用。

（2）了解孕育机理、球化机理及固态石墨化机理，了解各种铸铁的生产方法。

（3）掌握冲天炉熔炼的基本原理和获得高温优质铁水的途径。

（4）了解冲天炉的结构、操作工艺和熔炼过程的控制方法。

(5) 掌握常用的铸造碳钢及铸造合金钢的牌号、化学成分、组织与性能，铸态组织的形成机理和热处理方法。

(6) 了解国内外在铸钢材料方面的研究成果、发展方向及动态，以扩大思路，开阔眼界。

(7) 熟悉电弧炉炼钢及感应炉炼钢的工艺过程，炼钢过程中各期主要的物理化学反应，对钢水质量和铸件质量的影响。

(8) 从冶炼钢方面的新技术，从冶金因素方面指明进一步提高铸件质量的途径。

(9) 铝合金：重点掌握铝硅合金的成分、组织、性能的关系，及提高铝硅合金性能的主要途经，了解铝铜合金、铝镁合金、铝锌合金的成分、组织、性能的关系。掌握合金元素的作用。

(10) 铜合金：掌握锡青铜、铝青铜、特殊黄铜的成分、组织、性能的关系，掌握其铸造特点。

(11) 有色合金熔炼：掌握气体在有色合金中的溶解和析出规律，氧化夹杂的生成条件及存在形态，掌握常用有色合金的熔炼、精炼工艺及变质方法。

(12) 初步具备选择铸造合金、配制原材料和熔炼方法的能力，对铸造生产中出现的相关问题，初步具备分析和提出解决方案的能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

理论教学共分 44 学时，实验课 4 学时，共 48 学时。其基本内容与要求如下表。

内 容 与 要 求	备 注
概述：课程介绍，铸造及合金的概况，发展	2 学时
第一章 铸铁的结晶及组织形成 第 1 节 铁—碳双重相图	铸铁部分 合计 20 学时
第一章 第 2、3 节 铸铁的一次、二次结晶过程	
第二章 灰铸铁 概述，成分、组织、性能、生产方法	
第三章 球墨铸铁 第 1 节 球墨铸铁 概述，成分、组织、性能、生产	
第三章 第 2、3 节 蠕墨铸铁、概述，成分、组织、性能、生产	
第四章 特种铸铁 概述，分类，成分、组织、性能及应用	铸钢部分 合计 10 学时 (含熔炼部分)
第六章 铸造碳钢 概述，组织、热处理及性能	
第七章 铸造低合金钢；	
第八章 铸造高合金钢 概述，分类，热处理，性能及应用	
第五、九、十、十一章 铸铁铸钢的熔炼 概述，分类，特点及计算	
第十二章 铸造铝合金 第 1 节 概述，铝硅合金的成分、组织及性能，分类	有色合金 合计 12 学时
第十二章 第 2~7 节 铝铜、铝镁和铝锌合金的成分、组织及性能，分类	
第十三章 铸造铝合金的熔炼 方法，特点及计算	

第十四、五章 铸造铜合金及其熔炼 概述，分类，熔炼特点	
第十六章 铸造镁合金及其熔炼 概述，分类，熔炼特点	
实验课	4 学时
	总计 48 学时

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

在学习本门课之前，学习相图的基本知识和理论，掌握金属学原理、传热学原理、冶金学原理。要求学生进行了金工实训、对实际生产有较好的感性认识。修完有关专业基础与专业课如《材料科学基础》、《材料力学性能》等课程之后开课。

五、建议使用教材与教学参考书

建议使用教材：

陆文华、李隆盛、黄良余主编 《铸造合金及其熔炼》，机械工业出版社，1996

参考书：

1. 韦世鹤 主编《铸造合金原理及熔炼》，华中理工大学出版社，1997
2. 李隆盛主编《铸造合金原理及熔炼》1989

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

（一）铸铁及其熔炼

具体内容：铸铁的结晶与组织的形成，灰铸铁，球墨铸铁及蠕墨铸铁，特种性能铸铁，铸铁的熔炼。

重点：铁碳及铁碳硅相图，灰铸铁的成分组织、性能和应用，球墨铸铁及蠕墨铸铁的成分、组织、性能，蠕墨铸铁及其组织和性能，冲天炉中高温的产生及热交换，燃烧反应强化冲天炉熔炼过程的途径，提高冲天炉的热效率，冲天炉内的冶金反应。

难点：灰口铸铁的一次结晶白口铸铁的一次结晶，铸铁的凝固方式，奥氏体中碳的脱溶，奥氏体的共析转变和马氏体转变，合金元素对铸铁结晶过程的影响。影响灰铸铁组织形成的基本因素，灰铸铁组织中的石墨和基体，灰铸铁的孕育，灰铸铁的机械性能和化学成分，低合金灰铸铁，灰铸铁的铸造性能，灰铸铁的热处理。

球墨铸铁的化学成分，石墨的球化，球墨铸铁的孕育，球墨铸铁的铸造性能，球墨铸铁件常见缺陷，球墨铸铁件的热处理。

蠕墨铸铁的蠕化和孕育，蠕墨铸铁常见缺陷，球墨铸铁及蠕墨铸铁件化学成分的选择举例。特种性能铸铁的化学成分、组织和性能特点、典型应用。冲天炉熔炼过程中铁液化学成分的变化，冲天炉熔炼过程的检测与铁液质量的炉前控制。

（二）铸钢及其熔炼

具体内容：铸造碳钢、铸造低合金钢、铸造高合金钢，电弧炉炼钢，感

应电炉炼钢。

重点：铸钢结晶过程及铸态组织，铸钢件力学性能，合金元素在钢中的作用（存在形式、常用合金元素），高锰钢、不锈钢，电弧炉及感应电炉的结构、熔炼工艺，炉外精炼。

难点：常见元素对机械性能的影响（锰、硫、磷、硅），气体和非金属夹杂物对机械性能的影响，铸造性能（流动性、体收缩率及缩孔率、线收缩率、热裂倾向、冷裂倾向）。

几种铸造低合金钢（锰系、铬系、镍系等）的化学成分、组织和性能特点，提高性能的途径，典型应用。三种铸造高合金钢（铸造抗磨钢、铸造不锈钢和铸造耐热钢）的分类、化学成分、组织和性能特点，提高性能的途径，典型应用。

（三）铸造有色合金及熔炼

具体内容：铝合金，铜合金，镁合金；铝合金的熔炼，铜合金的熔炼，镁合金的熔炼。

重点：铝硅类合金、铝铜类合金、铝镁类合金、铝锌类合金，锡青铜、铝青铜、黄铜，镁合金；铝液的氧化及吸气、铝合金的精炼及变质，铜合金的氧化及脱氧。

难点：铸造铝合金的分类及其特点，铝硅类合金（成分、组织与性能，提高铝硅类合金性能的主要途径），铝铜类合金（成分、组织与性能），铝镁类合金（成分、组织与性能），铝锌类合金（成分、组织与性能）。

铸造铜合金的分类，锡青铜（成分、组织、性能及用途、合金元素对锡青铜的影响），铝青铜（成分、组织、性能及用途，合金元素对铝青铜的影响）；黄铜（成分、组织、性能及用途，特殊黄铜）。

镁合金的分类及其特点，镁铝锌合金、镁锌铝等合金的成分、组织、性能及用途，镁合金的熔炼。

学生后续学习建议：

（1）由于课内教学内容较多，要求每次课后学生安排足够时间对相关章节进行复习和利用参考书对有关内容进行自学巩固。

（2）注意各章节间内在联系进行复习和总结，学习过程中注意理论联系实际。

（3）要求学生注意培养自学能力，总结能力，分析问题和解决问题的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

平时成绩 30%（包括上课出勤率，上课提问，作业完成情况），考试成绩占 70%，闭卷。

《AutoCAD 绘图基础》课程教学大纲

课程编号：061030430

总学时及其分配：总学时 32，实验课时 24，理论课时 8

学分数：2

适用专业：材料成型与控制工程

任课学院、系部：材料学院材料成型与控制工程系

课程负责人：王海燕

编制日期：2016/11/11

一、课程简介

AutoCAD 软件是用于二维及三维设计、绘图的系统工具，广泛应用于机械、电子、建筑、广告等设计领域。本课程由浅入深、循序渐进地讲授了 AutoCAD 关于工程图的基本功能、基本操作和相关技术。

二、课程教学的目标

通过对本课程的学习及上机实践练习，进而使学生掌握绘制工程图的基本方法和基础技巧，能独立的绘制各种工程图；同时深入的了解 AutoCAD 绘制工程图的主要功能、方法和技巧，从而达到融会贯通、灵活运用。

三、课程教学的基本内容及教学安排

1、 AutoCAD2005 操作基础

- (1) AutoCAD2005 基础知识
- (2) 设置绘图环境
- (3) 课堂练习 1-1：设置绘图窗口的背景
- (4) 操作图形文件
- (5) 控制图形文件的显示
- (5) 课堂练习 1-2：精确绘图

学时：2

2、创建简单图形

- (1) 点、直线、射线和构造线

(2) 多线、多线段及正多边形和矩形

(3) 圆、圆弧、圆环及椭圆、椭圆弧

(4) 课堂练习 2-1: 轴承俯视图

(5) 课堂练习 2-2: 创建齿轮

学时: 2

3、编辑图形

(1) 选取对象

(2) 编辑对象

(3) 课堂练习 3-1: 绘制圆轴平面图

(4) 课堂练习 3-2: 绘制机械零件的平面图

(5) 使用夹点功能编辑对象

(6) 编辑对象特性

学时: 4

4、图形填充

(1) 创建图形填充

(2) 面域对象

(3) 课堂练习 4-1: 编辑填充图案

(4) 课堂练习 4-2: 提取数字信息

学时: 2

5、高效制图

(1) 块

(2) 块的属性

(3) 课堂练习 5-1: 操作块

(4) 外部参照

(5) 课堂练习 5-2: 利用外部参照增强工作

(6) AutoCAD 设计中心与标准

(7) 课堂练习 5-3: 创建和附加 CAD 标准样板

学时: 2

6、文字标注与尺寸标注

(1) 标注文字

(2) 课堂练习 6-1:导入外部文本并编辑格式

(3) 标注尺寸

(4) 尺寸标注的类型

(5) 课堂练习 6-2:尺寸标注实例

(6) 编辑尺寸标注

学时：2

7、绘制三维图形

(1) 三维绘图基础

(2) 用户坐标系

(3) 创建简单三维对象

(4) 课堂练习 7-1:创建线框模型

(5) 创建三维面

(6) 课堂练习 7-2:使用 3DFACE 生成的三维面

(7) 创建基本表面模型

(8) 编辑表面模型

(9) 课堂练习 7-3:三维动态观察器

学时：4

8、实体创建与编辑

(1) 实体造型

(2) 编辑实体

(3) 课堂练习 8-1:制作水杯的模型

(4) 布尔运算

(5) 课堂练习 8-2:轴承的制作

学时：2

9、着色与渲染处理

(1) 消隐和着色

(2) 渲染模型

(3) 课堂练习 9-1:实体渲染

(4) 渲染选项

(5) 课堂练习 9-2:渲染水杯

学时：2

10、打印 AutoCAD 图形

- (1) 工作空间
- (2) 布局
- (3) 课堂练习 10-1:使用布局样板创建标准布局图
- (4) 视口
- (5) 图形输出的相关设置
- (6) 课堂练习 10-2:输出图形

学时：2

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是专业基础课，是学习其他专业课程的必不可少的工具。

五、建议使用教材与教学参考书

- [1] 《AutoCAD 机械应用教程》。机械工业出版社，2008.
- [2]王斌. 中文版 AutoCAD 实用培训教程. 清华大学出版社出版, 2005.
- [3]文英宁. 计算机辅助设计 AUTOCAD2004 实用教程. 中国水利水电出版社, 2005.
- [4]《AutoCAD2002 实例精解》编委会. AutoCAD2002 实例精解. 西北工业出版社,

2003.

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 教学方法

以课堂讲授为主，采用启发式和讨论式教学方法，根据教学内容适时安排课堂讨论，培养学生提出问题和解决问题的能力。

2. 教学手段

辅以多媒体以及实验动手操作的教学形式，培养工程意识和实践能力。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方法：考试

成绩评定方式：考试成绩占 70%，平时成绩占 30%（包括平时出勤、作业、实验）

附件 2:

实验指导书文本格式

材料学院

《AutoCAD 绘图基础》

实验指导书

适用专业: 材料成型及控制工程

王海燕编写

河南理工大学

二〇一六年十一月

前 言

应包括本实验指导书的编写目的、特点、主要内容及应用范围等。

本课程的主要任务是培养学生具有一定的应用计算机绘制图样的能力。通过本课程的教学，应使学生达到下列基本要求 AutoCAD 常用命令绘制中等复杂程度的平面图形。AutoCAD 具有通用性、易用性，适用于各类用户此外，从 AutoCAD2000 开始，该系统又增添了许多强大的功能，如 AutoCAD 设计中心（ADC）、多文档设计环境（MDE）、Internet 驱动、新的对象捕捉功能、增强的标注功能以及局部打开和局部加载的功能，从而使 AutoCAD 系统更加完善。

目录

实验一：坐标和直线命令	178
实验二：构造线与圆	180
实验三：圆和圆弧	181
实验四：矩形和正多边形	184
实验五：椭圆和点	186
实验六：图层.....	188
附加实验：绘制机器人底盘零件	190
实验七：坐标系的使用	191
实验八：AutoCAD 辅助绘图功能.....	193
附加练习题.....	195
实验九：多段线	197
实验十、圆环、填充曲面、面域	199
实验十一：复制与镜像	201
实验十二：偏移和阵列	203
实验十三：修剪和倒角，圆角	206
实验十四：在图形中添加文字	208
实验十五：尺寸标注	210
实验十六：块与外部参照	212
实验十七：坐标变换	213
实验十八：三维实体图形绘制	214

实验十九：三维实体图形绘制	216
实验二十：三维图形绘制	218
实验二十一：三维实体图形绘制	219
实验二十一：三维实体图形绘制	220
实验二十二：三维实体图形绘制	222

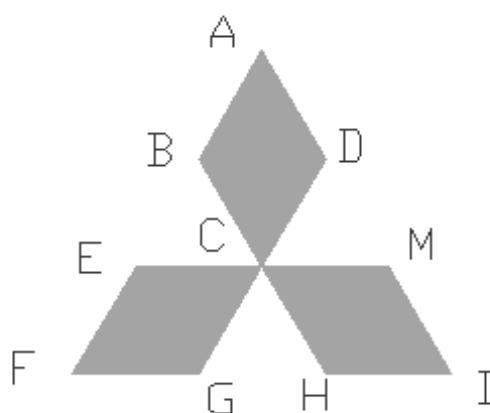
实验一：坐标和直线命令

📖 实验目的：

熟练掌握在 AutoCAD 中坐标的输入方法和直线命令的使用

📖 实验内容：

1、用直线命令绘制三菱标志



A: (260, 230) B: (230, 190) C: (260, 150) D: (290, 190)

E: (210, 150) F: (180, 110) G: (230, 110) H: (290, 110)

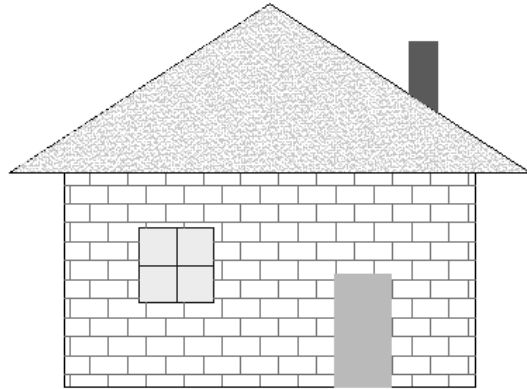
I: (340, 110) M: (310, 150)

实验要点：

- 1、 在绘图过程中，将用到直线命令，图案填充命令
- 2、 在绘制另外两个菱形的时候可以把 C 点作为新直线的起点
- 3、 在使用“图案填充”命令时，可以以“拾取点”方式进行填充，
要求被填充区域必须是封闭区域

2、附加实验内容：用直线命令绘制房子（注：房子的形式不要求一

致)



📖 思考题:

1、绘制三菱标志，坐标的输入转化为相对直角坐标和相对极坐标的形式。

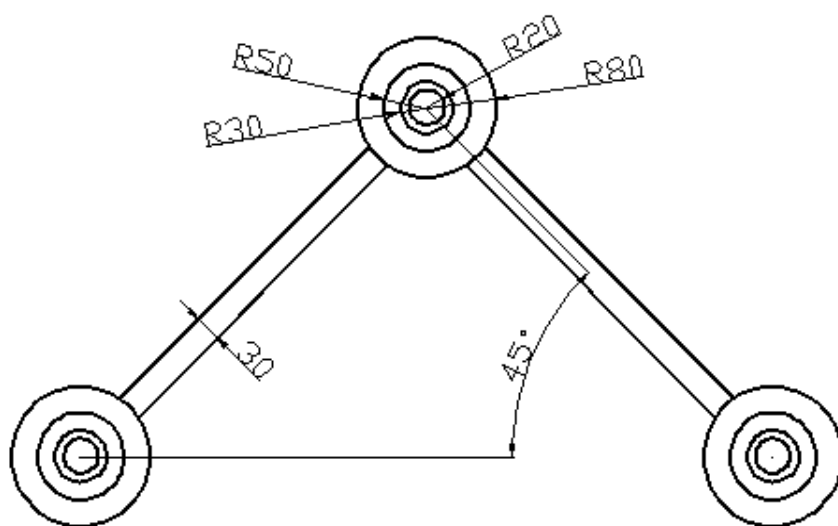
实验二：构造线与圆

实验目的：

- 1、掌握构造线的用法
- 2、掌握使用圆心和半径的方法绘制圆

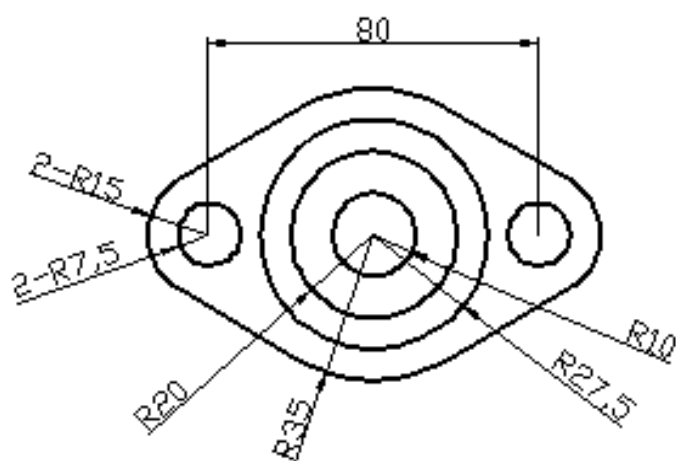
实验内容：

- 1、用构造线和圆命令绘制恒星尺平面图



实验说明：

- 1、利用构造线命令先画出水平构造线和垂直构造线用于定位
 - 2、利用构造线中的【角度】选项，绘制通过上述两条构造线的交点并且与水平方向成 45° 和 -45° 的构造线
 - 3、按尺寸绘制圆
 - 4、将 45° 和 -45° 构造线偏移指定的距离
 - 5、修剪成符合要求的图形
- 2、附加实验题：绘制椭圆形零件



实验三：圆和圆弧

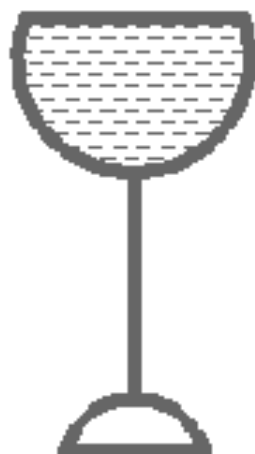
📖 实验目的：

掌握通过修剪圆得到圆弧的方法

掌握在绘制圆的过程中切点的选取方法

实验内容：

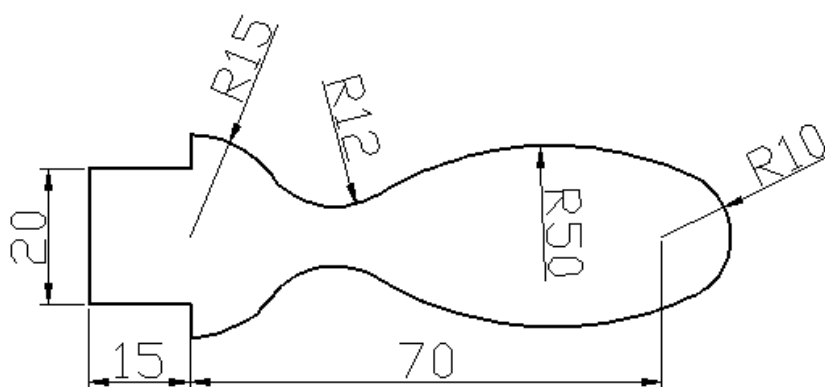
1、 绘制酒杯：



实验说明：

1、在 AutoCAD 中，圆弧通常可以通过修剪圆的方法得到。

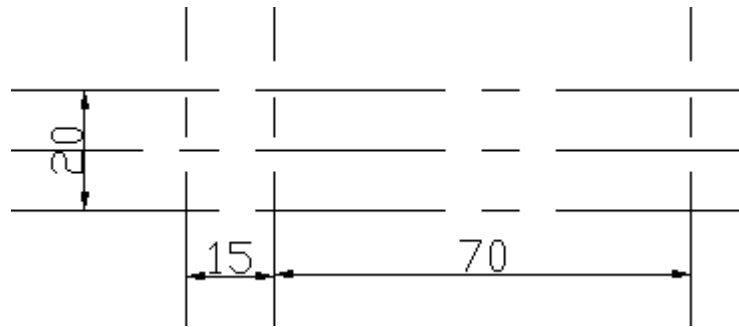
2、绘制手柄平面图：



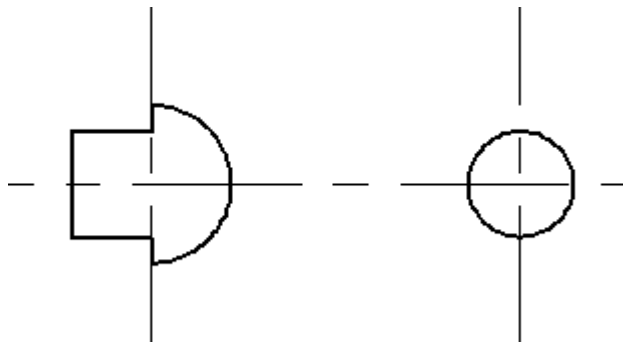
实验说

明：

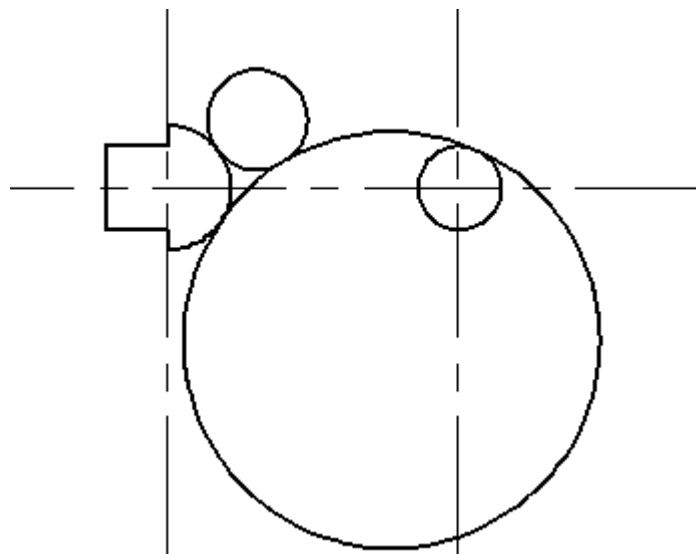
1、



2、



3、



4、修剪

📖 思考题：

在使用相切方式画圆时，切点位置的选取会对所绘图形有什么影响？

实验四：矩形和正多边形

实验目的：

熟练掌握绘制给定长度和宽度的矩形的方法

掌握多边形的绘制方法

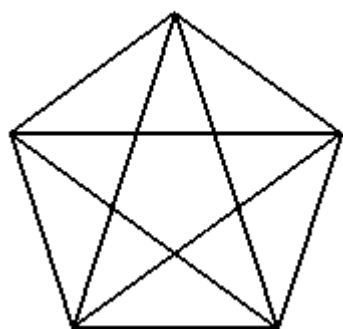
实验内容：

1、绘制五角星：



实验说明：

1、把正五边形作为辅助图形



2、填充图案

2、绘制五星红旗



思考题:

- 1、对于给定尺寸的正多边形如何确定它与圆的关系是内接于圆还是外切于圆？
- 2、如何绘制给定尺寸的矩形？（两种方法）

实验五：椭圆和点

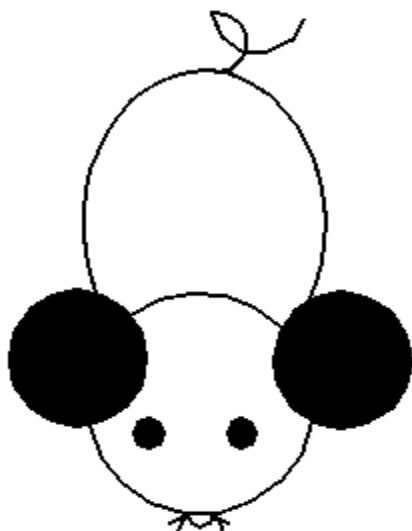
📖 实验目的：

掌握椭圆的绘制方法

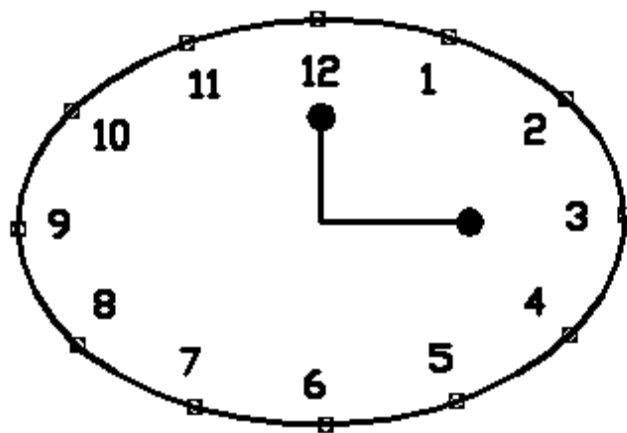
掌握点命令的使用

📖 实验内容：

1、用椭圆命令绘制小老鼠：



2、绘制表面



实验说明：

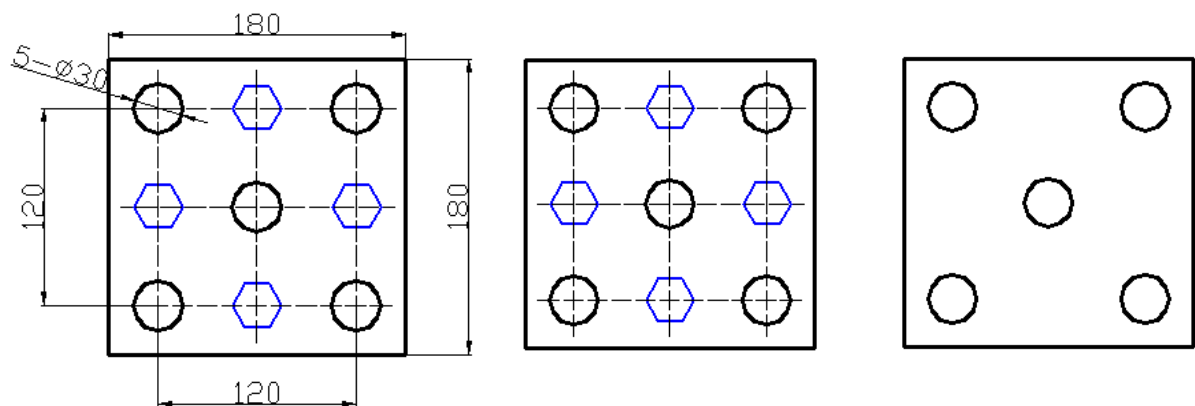
实验六：图层

实验目的：

掌握使用图层特性管理器管理图层的方法

实验内容：

1、绘制图形并按下图所示的三种方式显示



实验说明：

1、建立如下图层：

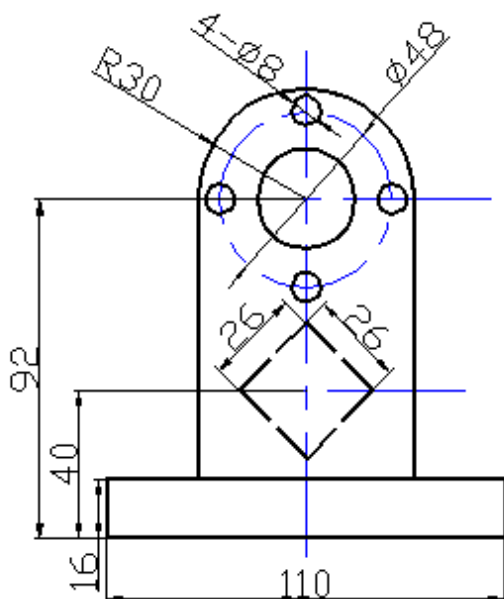
名称	开	在所...	锁	颜色	线型	线宽	打印样式	打...
0				白色	Continuous	默认	Color_7	
定义点				白色	Continuous	默认	Color_7	
尺寸线				白色	Continuous	默认	Color_7	
实线				白色	Continuous	0.4...毫米	Color_7	
虚线				红色	ACAD_...2w/100	0.3...毫米	Color_1	
中心线				蓝色	CENTER	默认	Color_5	

2、把不同的对象放在不同的图层

3、绘制完整的图形（只绘制一幅图）

4、通过控制图层的“开/关闭”特性，以三种不同的方式显示图形

2、绘制下图：



实验说明：

- 1、图层的建立与上题相同
- 2、在“中心线”图层绘制中心线
- 3、在“虚线”图层绘制正四边形，正四边形的中心点为两条线交点，与圆的位置关系为【外切于圆(c)】
- 4、可在“正交”方式下绘制直线

📖 思考题：

如何把不同的对象放在不同的图层？

如何确定一个对象在哪一个图层上？

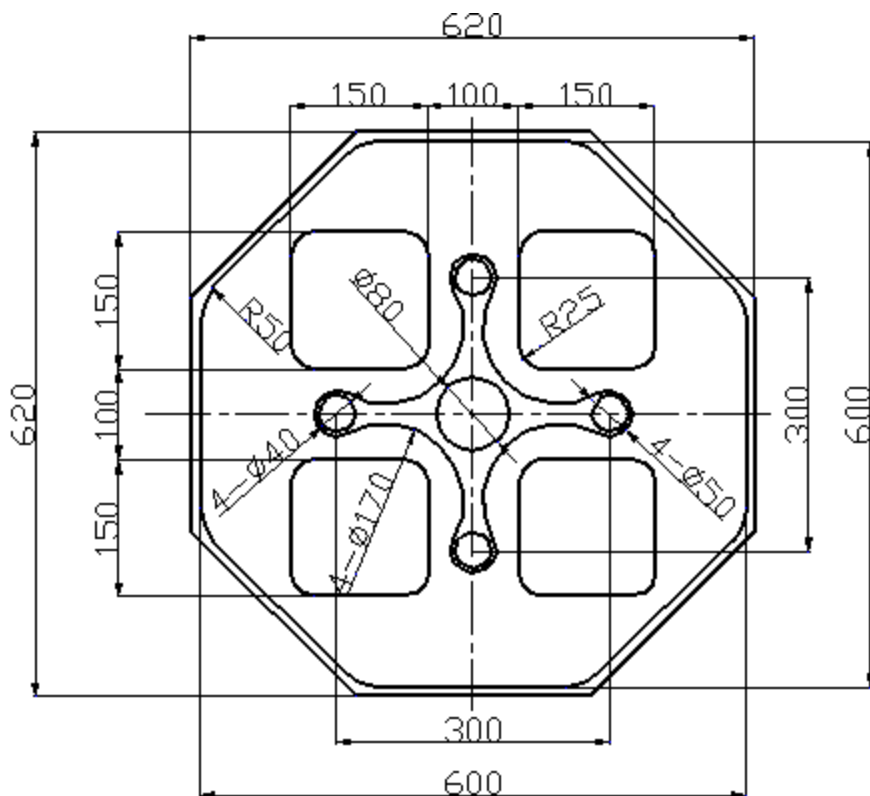
附加实验：绘制机器人底盘零件

📖 实验目的：

进一步掌握图层管理

进一步掌握简单的绘图方法

📖 实验内容：（参考书 41 页）



实验说明：

- 1、建立图层（中心线、辅助线、标注、实体）
- 2、在“中心线”图层画出定位线
- 3、在“辅助线”图层将定位线偏移指定的距离画出相应的图形

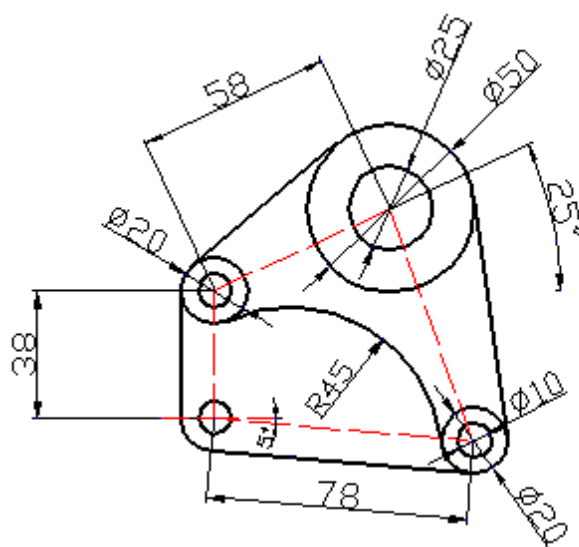
实验七：坐标系的使用

📖 实验目的：

掌握用户坐标系的建立和使用

📖 实验内容：

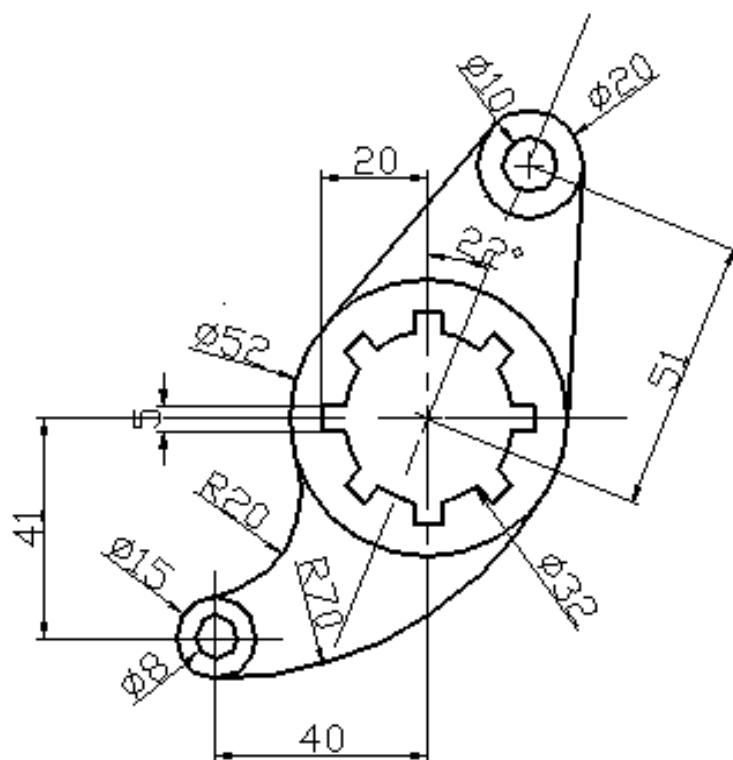
1、绘制如下图形



实验说明：

1、在确定左上角点和右下角点圆的圆心的时可将坐标轴绕 z 轴旋转指定的角度（顺时针方向角度为正，逆时针方向角度为负）

2、附加实验内容：



实验说明：

1、在绘制中间锯齿状图案时，可使用“环形阵列”命令。

📖 思考题：

在现有的坐标系下如何建立新的坐标系？

如何确定坐标是绕 X 轴、Y 轴还是 Z 轴旋转？

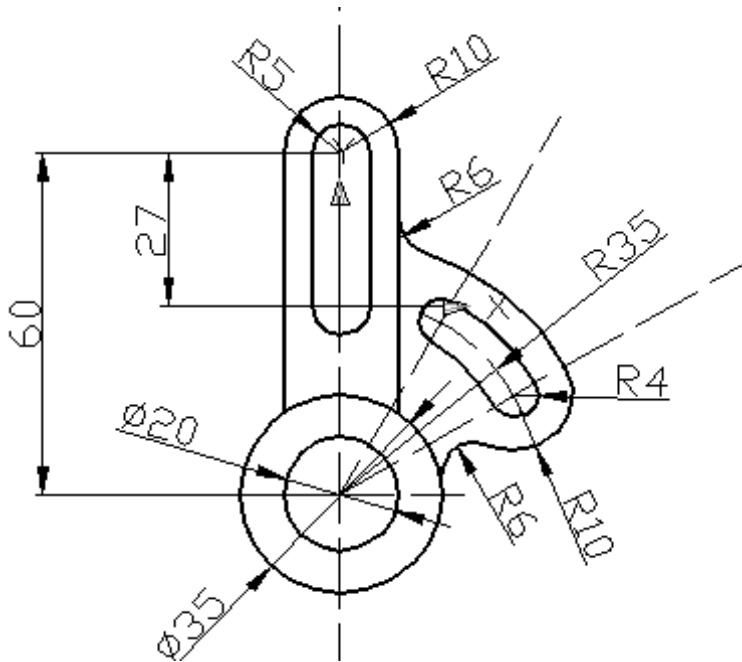
实验八：AutoCAD 辅助绘图功能

 实验目的:

掌握借助辅助工具绘图的方法

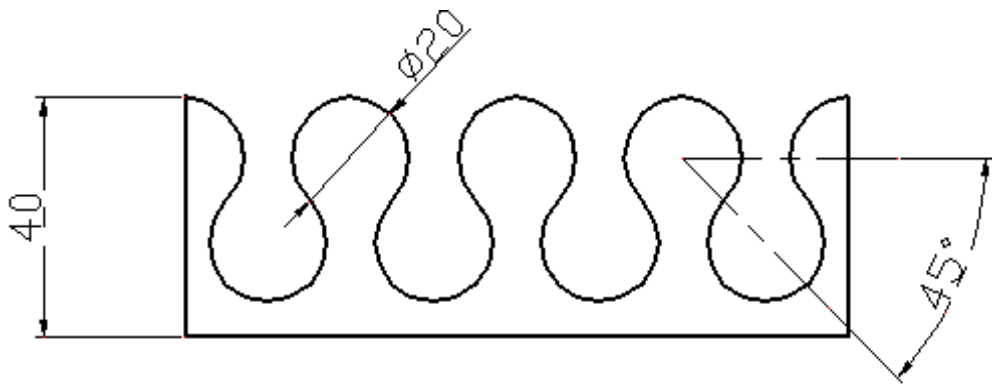
 实验内容:

按照尺寸绘制如下图形:



实验说明：

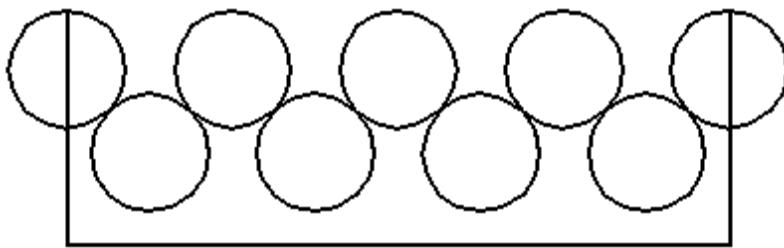
- 1、利用【极轴】功能，设置角增量为 30° ，绘制两条倾斜直线
- 2、圆弧可通过修剪圆的方法得到
- 2、按尺寸绘制如下图形：



实验说明：

1、在水平方向和垂直方向绘制指定长度的直线可用【正交】方式辅助实现。

2、圆弧可用修剪圆的方法实现，如下图：



3、最左面的圆圆心距离直线上端点垂直向下 10 个图形单位，可用对象追踪实现。

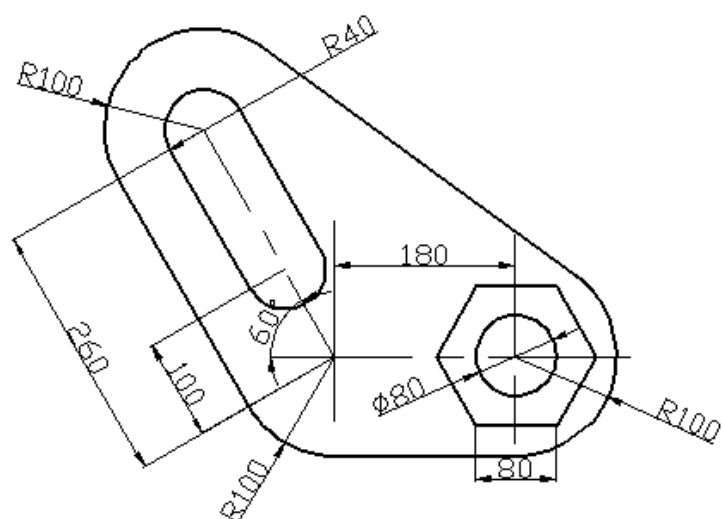


4、其他圆的圆心距离它左面一个圆的圆心在 45° 或 315° 方向上偏移 20 个图形单位

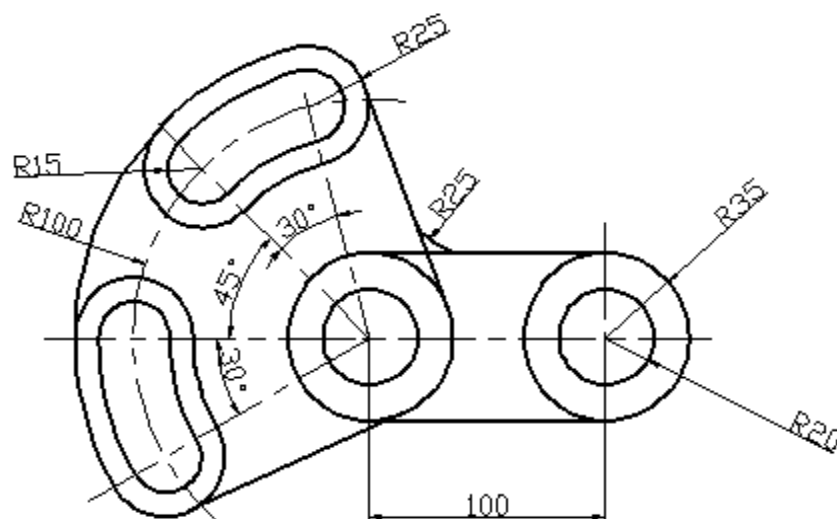


附加练习题

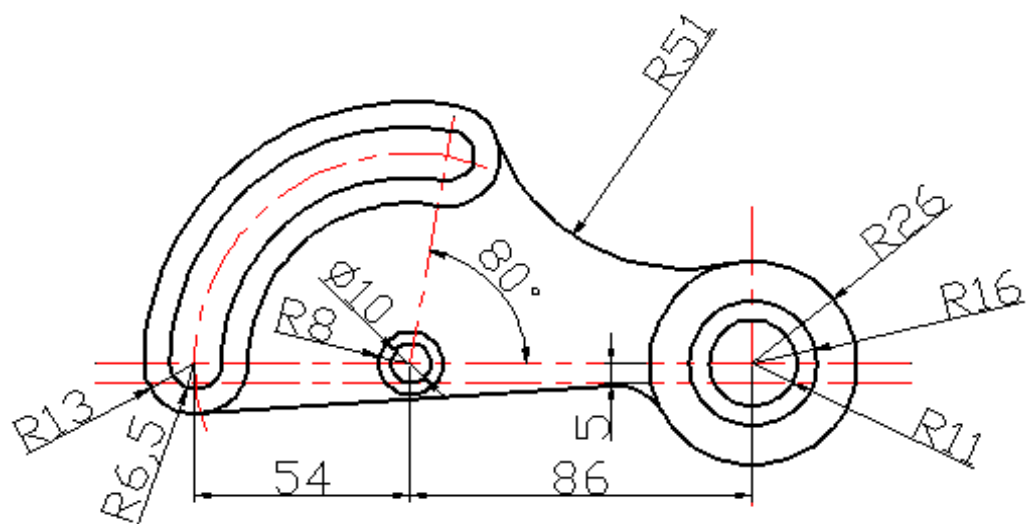
1、



2、



3、



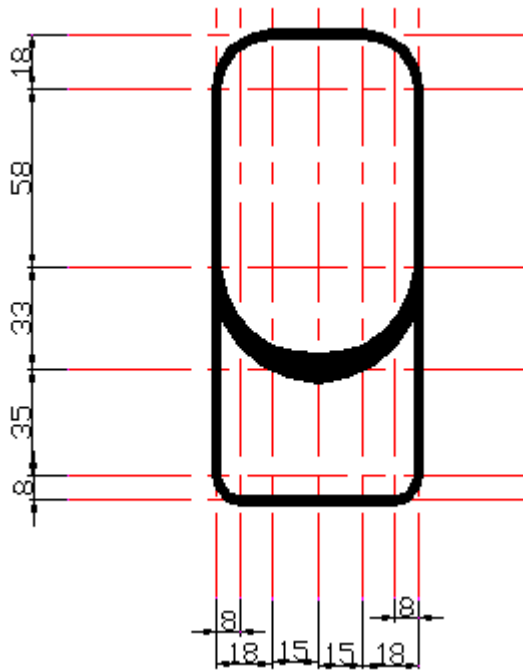
实验九：多段线

📖 实验目的：

掌握多段线的使用方法和多段线的用法

📖 实验内容：

1、利用多段线绘制手机外形（辅助线的尺寸如图）



实验说明：

1、绘制多段线的步骤：切换到直线模式或圆弧模式->设置对象的起点宽度和终点宽度->选择画图的方法

2、绘制箭头



实验说明：

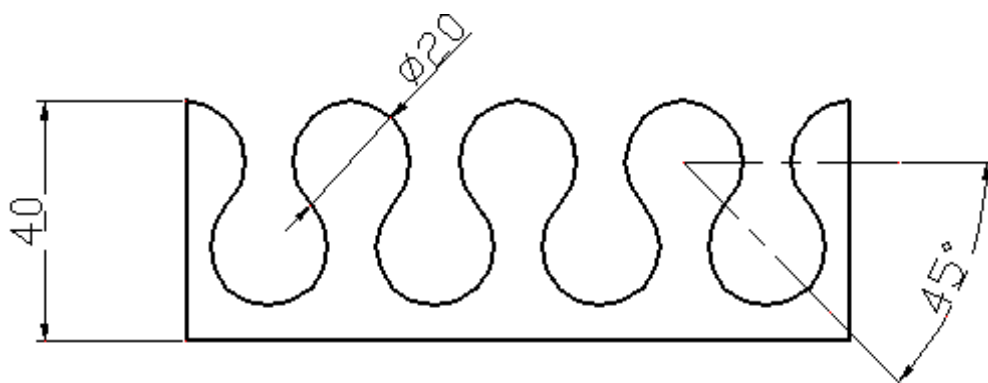
1、在直线模式下设置直线的起点宽度 >0 , 终点宽度 $=0$, 可得到箭头形状图案

3、附加实验题：绘制禁止吸烟标志



📖 思考题：

如何使用多段线绘制下图：



实验十、圆环、填充曲面、面域



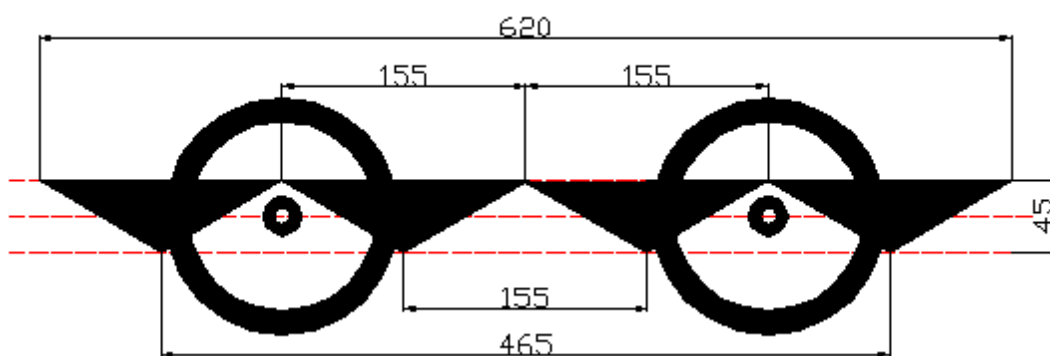
实验目的：

掌握圆环和二维填充曲面的使用方法



实验内容：

1、绘制如下图形：



2、选作实验：生成名字的三维图形

如：



实验说明：

- 1、在 WORD 文档中利用艺术字书写自己的名字，并进行编辑
- 2、选择“复制”命令

- 3、在 AutoCAD 中,依次执行【编辑】->【选择性粘贴】->【Product 图元】(或【AutoCAD 图元】)
- 4、粘贴到 AutoCAD 中的文字是以多段线的形式存在的。
- 5、创建面域、进行布尔运算、拉伸
- 6、用来创建面域的闭合区域不能出现自交现象。

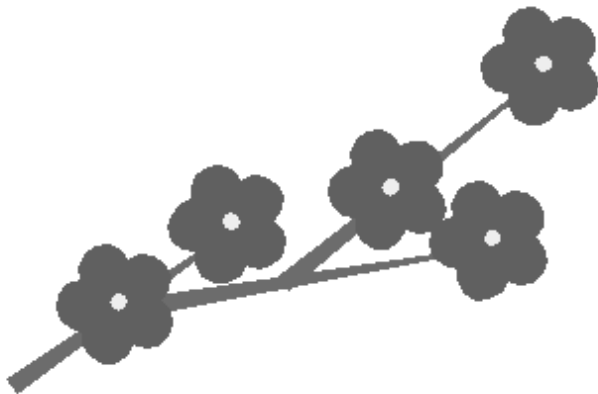
实验十一：复制与镜像

📖 实验目的：

掌握复制命令和镜像命令的使用方法

📖 实验内容：

1、绘制如下图形：



实验说明：

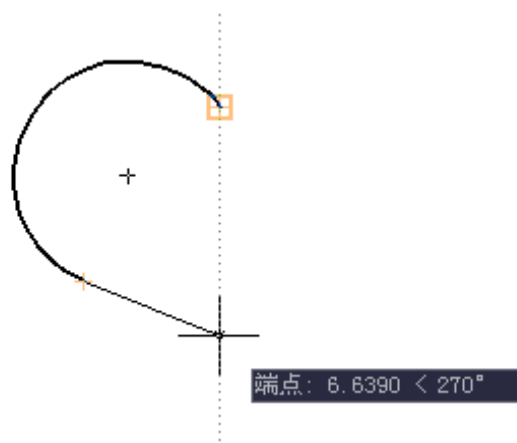
- 1、利用【多段线】命令绘制树干
- 2、利用正五边形作为辅助图形绘制花朵
- 3、绘图过程中使用“多重复制”命令

2、绘制如下图形：



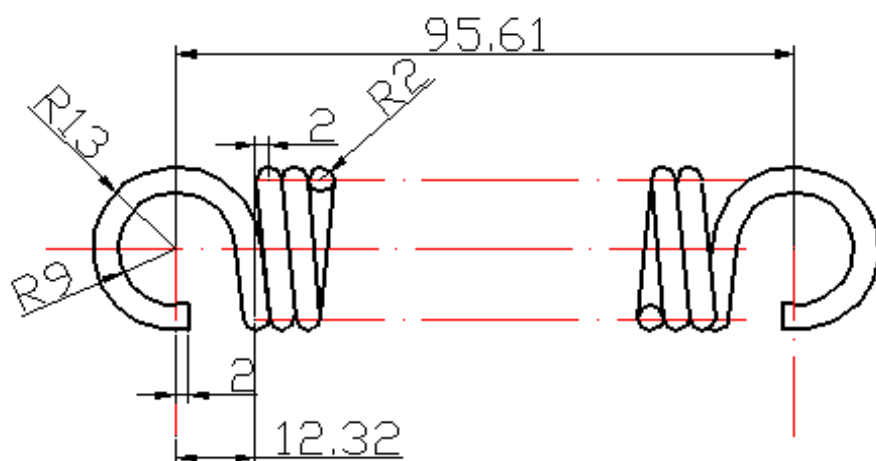
实验说明：

1、可以试一下下面的绘图方法：



2、注意【镜像】命令的使用

📖 附加实验内容：（拉伸弹簧零件图）



实验十二：偏移和阵列

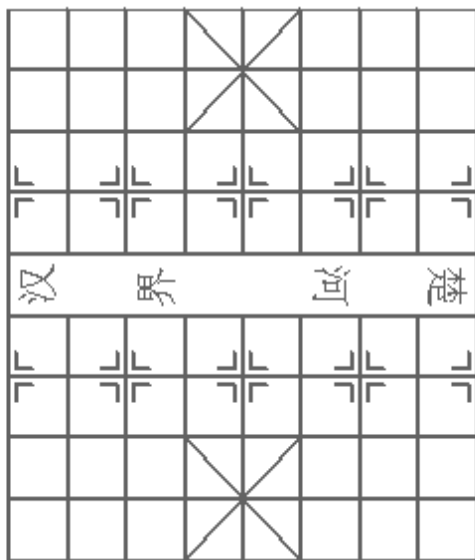
实验目的：

掌握阵列命令的两种不同的形式

掌握偏移命令的用法

实验内容：

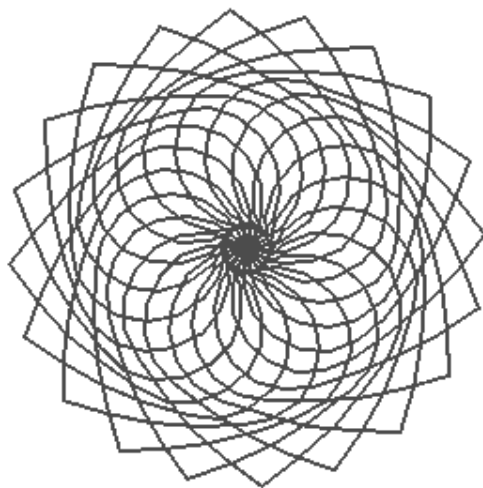
1、利用矩形阵列或偏移命令绘制下图：



实验说明：

1、可以在正交方式下画一条指定长度的直线，利用偏移命令画出棋盘的轮廓。

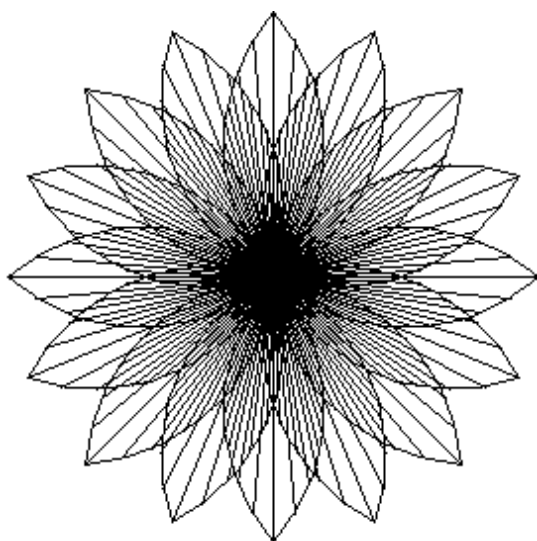
2、利用环形阵列命令绘制图形：



实验说明：

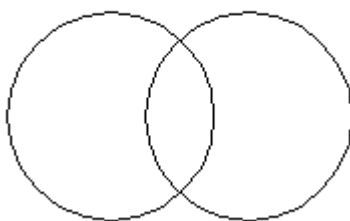
(1) 画出心形图案，以两段圆弧的交点作为中心点进行环形阵列。

3、绘制下图：



实验说明：

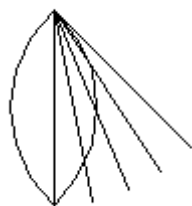
1、



2、



3、环形阵列



📖 思考题：

偏移命令应该如何使用，已画过的哪些图形可以通过使用该命令

简化绘图过程？

实验十三：修剪和倒角，圆角

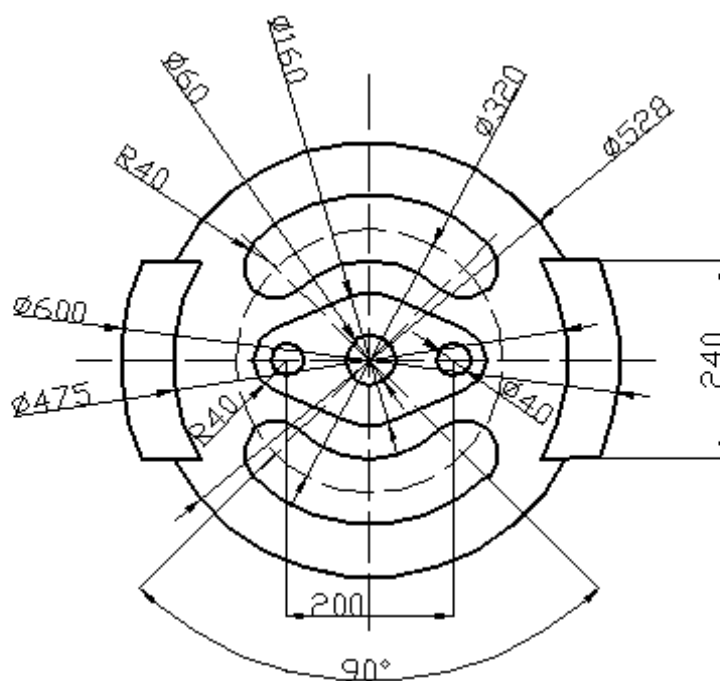
 实验目的:

掌握修剪命令的使用方法。

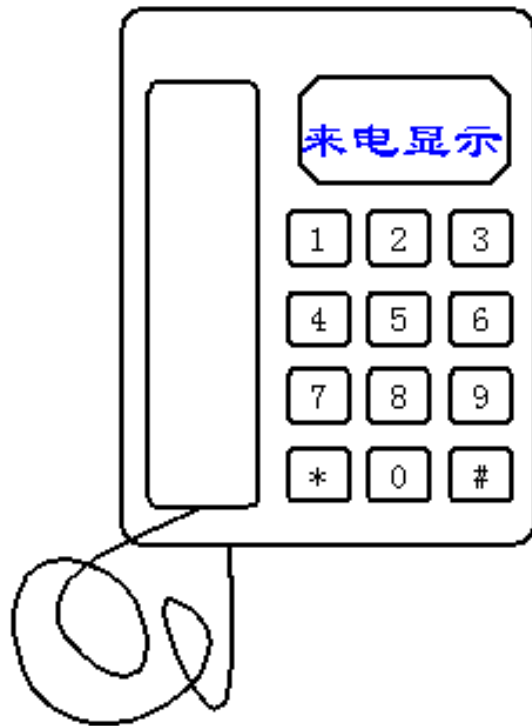
掌握倒角和圆角的使用方法。

 实验内容:

1、按照尺寸绘制如下图形：（可参考书 133 页图 8—36）



2、绘制电话：



📖 思考题：

对两个非平行对象实行圆角还可以用什么方法来实现？

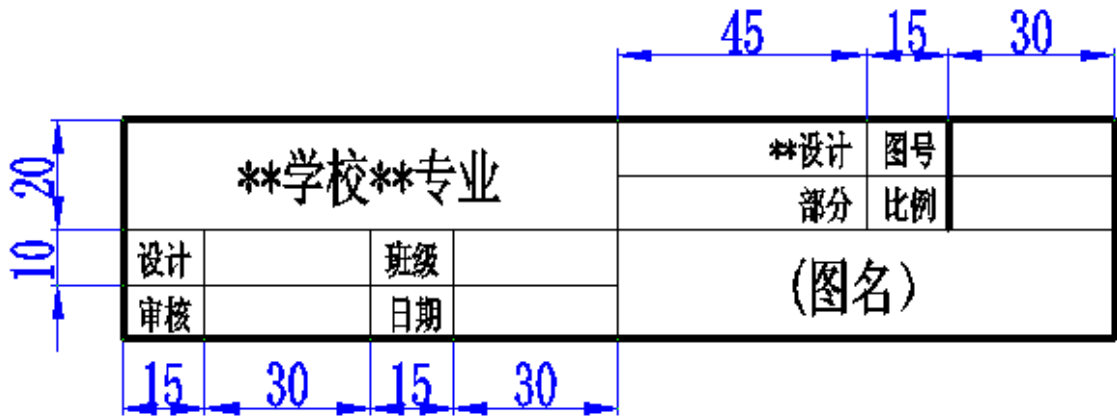
实验十四：在图形中添加文字

实验目的：

掌握单行文字和多行文字的应用范围和使用方法

实验内容：

1、绘制一个标题栏，使用单行文字进行填写



实验说明：

- 1、设置线宽为 0.5，画一个宽 180、高 40 的矩形。然后炸开该矩形。
 - 2、按照上图所示，用偏移命令偏移指定的距离
 - 3、使用修剪命令进行修剪
 - 4、把标题栏的分格线的线宽设置为 0.25
 - 5、为标题栏内的文字创建单独的文字样式
 - 6、在其中的一个单元格中输入文字，利用多重复制命令复制到其它的单元格中
 - 7、利用“编辑文字”命令，修改文字的内容
- 2、使用多行文字编辑器编辑下列文字

技术要求:

- 1、有效圈数 $n=10.5 \pm 1$
- 2、工作极限应力 $\sigma_j = 620 \text{ N/mm}^2$
- 3、钩环中心面与弹簧轴心线位移度的公差 ± 1.5
- 4、热处理后硬度为HRC45
- 5、表面发蓝
- 6、展开长度 $L=662$

实验说明:

- 1、特殊符号如不能正确显示，可单独设置它的文字样式为 CAD 系统自带文字样式。

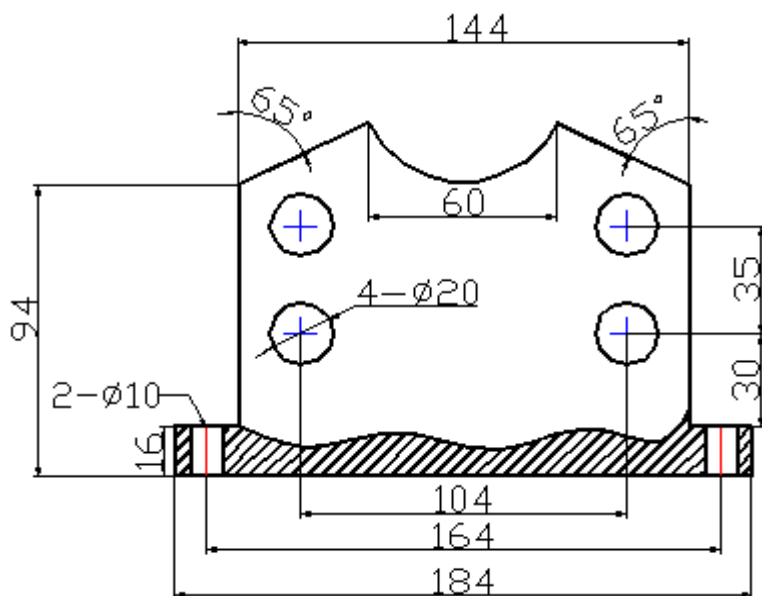
实验十五：尺寸标注

实验目的:

掌握尺寸标注的使用方法

实验内容:

1、按尺寸绘制如下图形，并进行标注



实验说明:

1、标注之前的准备工作:

- ◆ 为所有的尺寸标注建立单独的图层，通过该图层就能很容易的将尺寸标注和其他的对象区分开来。
- ◆ 专门为标注文字创建文字样式。
- ◆ 打开自动捕捉功能，并设置捕捉类型为“端点、圆心、交点等”，这样在创建尺寸标注时就能更快的拾取标注对象上的点。
- ◆ 创建新的尺寸样式。

2、可以通过“编辑标注”中的【新建(N)】选项在标注文字之前

添加内容

3、尺寸标注是一个整体，默认情况下，不能把它的一个组成要素单独拿出来使用。

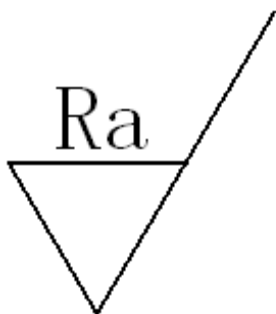
实验十六：块与外部参照

📖 实验目的：

掌握块的定义、插入、块的属性创建等操作

📖 实验内容：

- 1、绘制表面粗糙度符号，将其制作为块名为“表面粗糙度”的块文件，并附加属性信息 Ra，按属性值 1.6、3.2、6.3 插入到图形中（注：书 201 页 4 题）



实验说明：

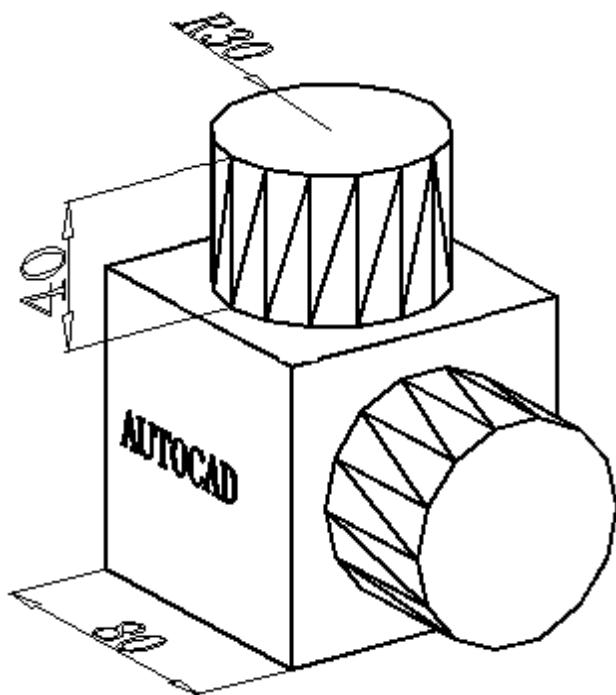
- 1、绘制表面粗糙度符号
- 2、【绘图】->【块】->【定义属性】，在“标记”编辑框中输入属性标记“Ra”，单击“拾取点”按钮，在绘图区确定属性放置的位置。
- 3、将表面粗糙度符号和属性对象全部选中，创建为图块。

实验十七：坐标变换

📖 实验目的：

掌握三维坐标系的使用和变换方法

📖 实验内容：



实验说明：

- 1、最简单的三维造型可以看成是平面图形加一个厚度。
- 2、用户绘制的二维图形均位于 XY 平面或与 XY 平面平行的平面。
- 3、将坐标系的 XY 平面分别变换到正方体的上表面和侧面，完成图形的绘制。
- 4、右手螺旋定则：绕哪一个坐标轴旋转，则大拇指指向哪一个坐标轴的正方向，四指弯曲的方向即旋转的正方向。

实验十八：三维实体图形绘制

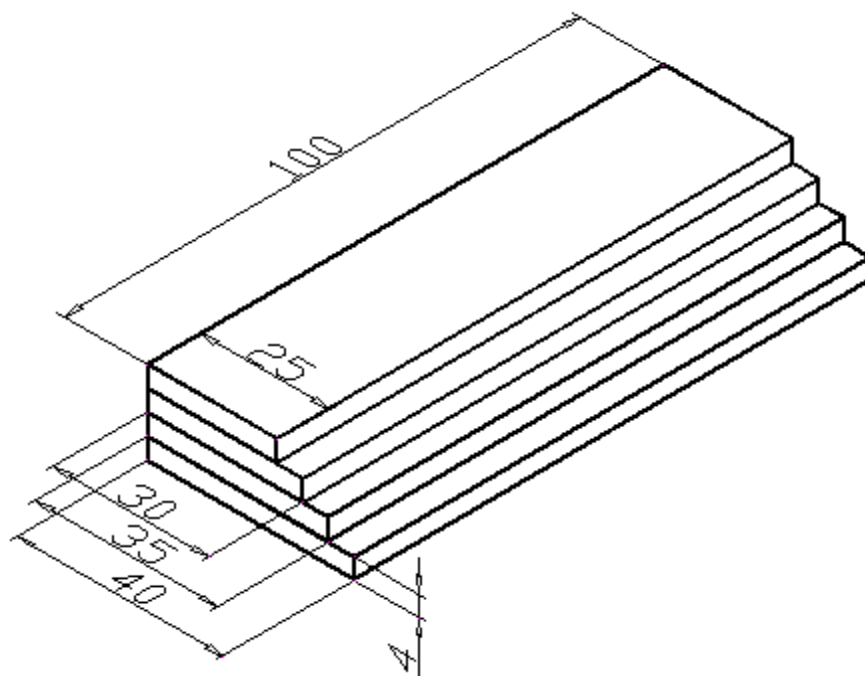
📖 实验目的：

掌握长方体命令的使用

掌握圆柱体和圆锥体命令的使用方法

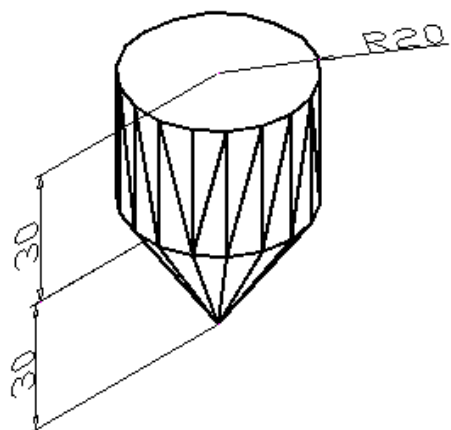
📖 实验内容：

1、利用长方体命令绘制垫板



2、利用圆柱体命令和圆锥体命令绘制陀螺





实验十九：三维实体图形绘制

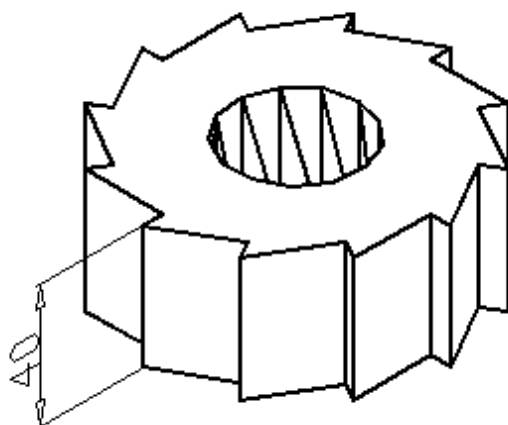
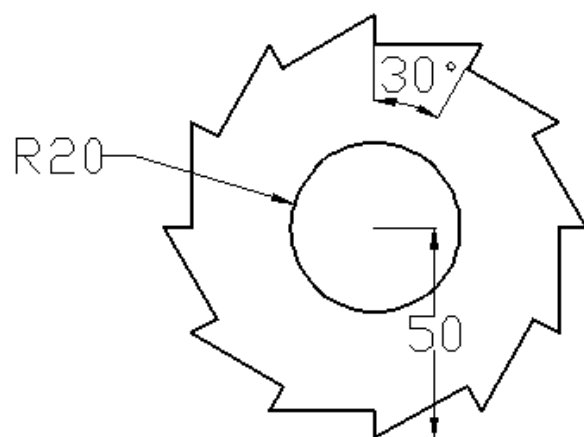
📖 实验目的：

掌握创建面域的方法

掌握将一个二维图形通过拉伸形成三维图形的方法

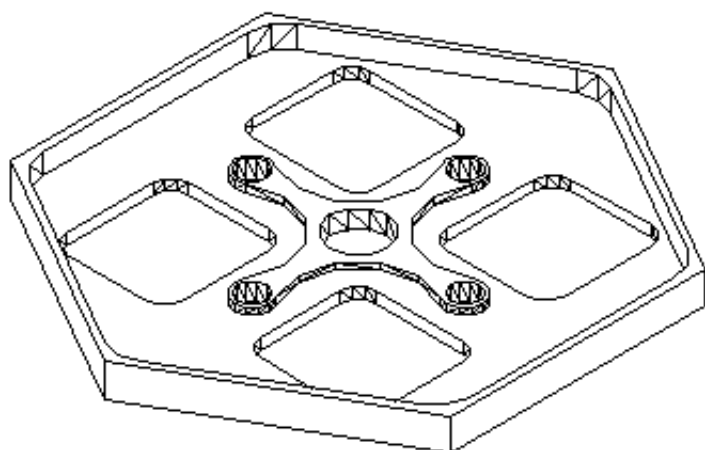
📖 实验内容：

1、绘制棘轮



2、附加作业：绘制机器人底盘零件（注：图形尺寸参见书 41 页 1

题)



实验二十：三维图形绘制

📖 实验目的：

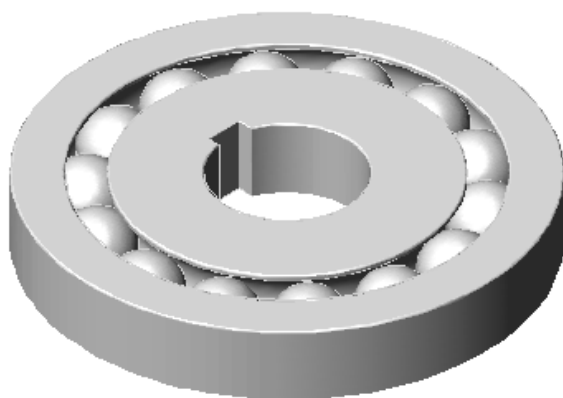
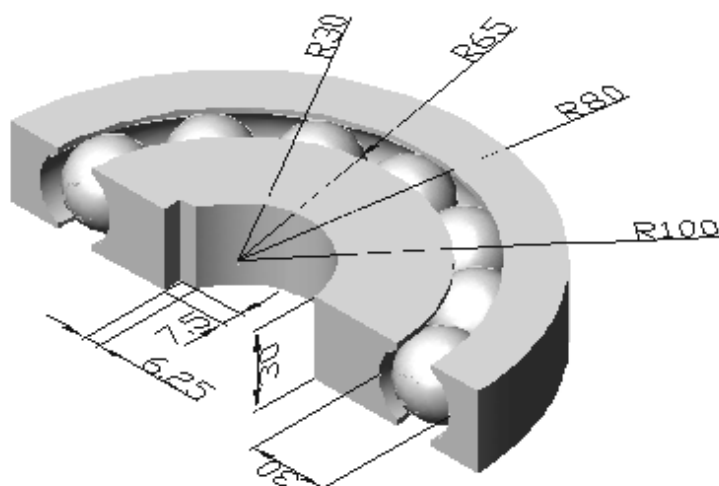
掌握圆环命令和球体命令的使用方法

掌握三维阵列和三维旋转命令的使用方法

掌握三维实体的编辑方法

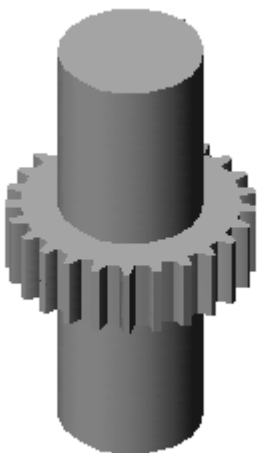
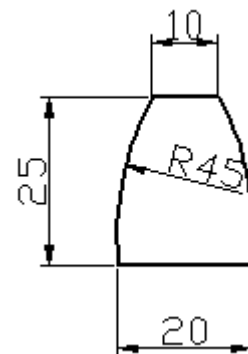
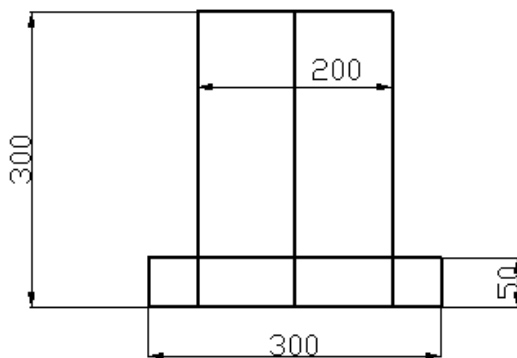
📖 实验内容：

1、 绘制轴承



实验说明：

- 1、以 $(0, 0, 0)$ 点为底面中心点，分别绘制半径为 30, 65, 80, 100, 高为 30 的圆柱体
 - 2、进行合理的差集运算
 - 3、以 $(0, 0, 15)$ 作为中心绘制圆环，圆环半径为 72.5，圆管半径为 15
 - 4、绘制球体，球心坐标为 $(0, 0, 72.5)$ ，球体半径为 15
 - 5、对第四步所得球体进行环形阵列
- 2、绘制齿轮



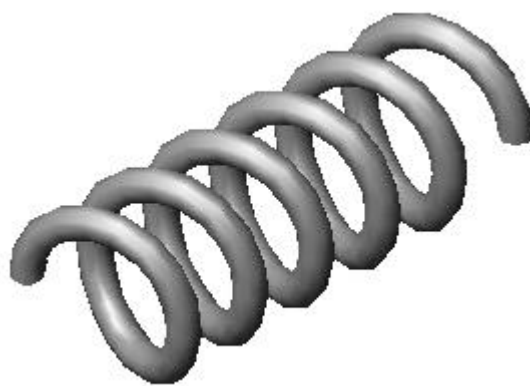
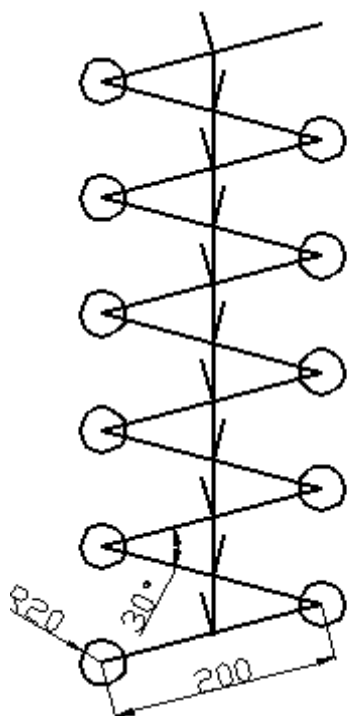
实验二十一：三维实体图形绘制

📖 实验目的：

掌握将二维对象旋转成三维实体的方法

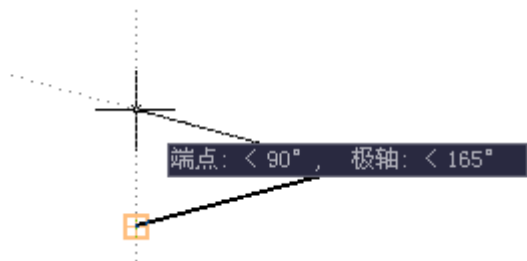
📖 实验内容：

1、绘制弹簧



实验说明：

1、在绘制折线时，可使用对象追踪功能



2、在进行旋转时，旋转轴为中间短直线，旋转角度为 180° 或 -180

度。

3、可使用右手螺旋定则判定角度的正方向。从鼠标的第一个拾取点指向第二个拾取点的方向为旋转轴的正方向，大拇指指向旋转轴的正方向，四指弯曲的方向为旋转的正方向。

4、在本题中，旋转轴必须为相邻两个圆圆心连线的垂直平分线

实验二十二：三维实体图形绘制

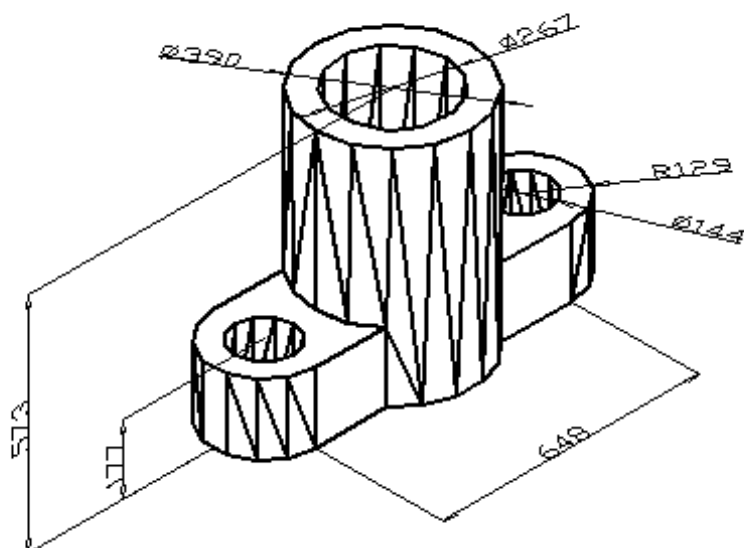
实验目的：

掌握将二维图形拉伸成三维图形的方法和技巧

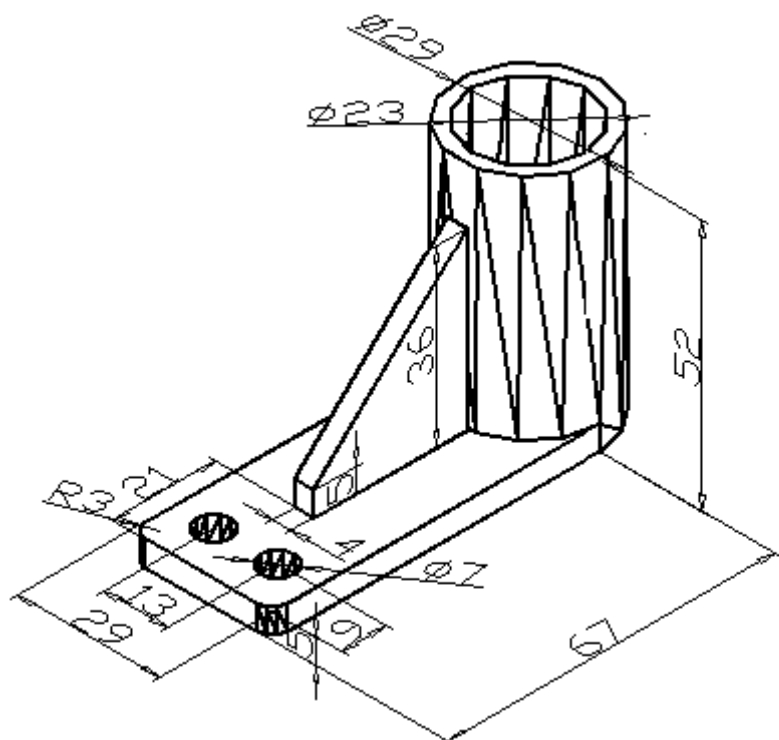
掌握复杂三维图形的绘制方法

实验内容：

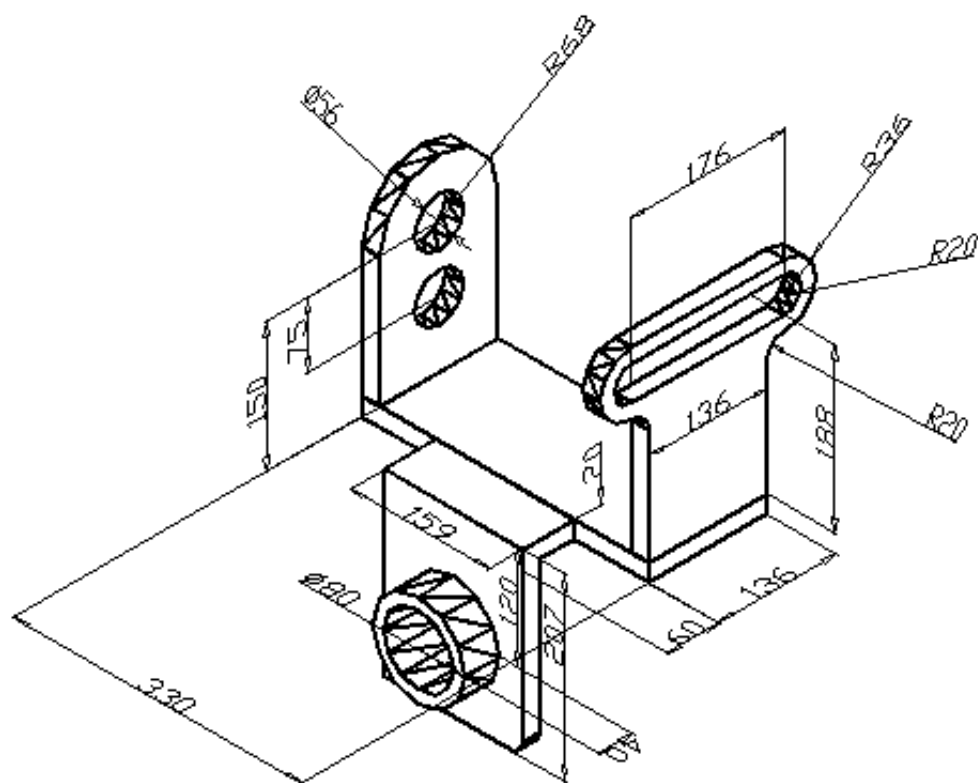
1、按照尺寸绘制图形：



2、按照尺寸绘制图形：



3、按照尺寸绘制如下图形：



课程编号：061030110

总学时及其分配：说明总学时 32、授课学时 32

学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院、材料加工工程系

课程负责人：霍晓阳

编制日期：2016. 9. 2

一、课程简介

《轧制技术》是材料成型与控制专业的专业基础课，讲授内容为钢铁冶炼成坯后，在高温下如何对坯料进行生产加工，高温下金属加工变形的轧制理论及轧制工艺。其任务是使学生掌握典型轧制工艺设计，能综合运用以前所学各门学科的知识 and 技能分析和解决轧钢设备操作和工艺技术问题，能通过工艺、设备的改进，达到提高产品的质量和产量、降低消耗、增加经济效益的目的。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，使学生了解和熟悉各类钢材的生产工艺过程、工艺规律，掌握轧钢生产的基本知识；了解与掌握工艺分析的基本方法，包括对钢材生产的质量和产量的分析方法以及改进技术经济指标的途径；具有合理组织轧钢生产工艺过程、制定工艺规程以及进行轧辊孔型与工具设计的初步能力；了解和掌握轧钢车间工艺设计的基本知识和必要的工程计算方法与技能；了解当前国内外轧钢生产的新工艺、新技术、新成就与新发展。

三、课程教学的基本内容及教学安排

1 金属压力加工基本知识（建议学时数：2 学时）

目的要求：金属压力加工的主要方法，金属压力加工在国民经济中的作用及发展。

重点难点：轧制方法

2 轧制理论基础（建议学时数：10 学时）

目的要求：纵轧时变形区和变形的表示方法，轧辊咬入轧件的条件，轧制压力和传动力矩，斜轧原理。

重点难点：纵轧时轧辊咬入轧件的条件，斜轧原理。

3 轧钢生产工艺的基本问题（建议学时数：8 学时）

目的要求：轧制钢材的品种、用途和产量，轧钢生产系统及工艺流程，原料准备及加热，轧制制度的确定。

重点难点：轧钢机构成，原料准备及加热，加热制度的确定。

4 型、线材生产（建议学时数：6 学时）

目的要求：型材生产车间布置，轧机型式及布置，孔型系统；线材生产工序和车间布置，轧机型式及布置，孔型系统，线材轧制特点。

重点难点：型、线材轧机布置，轧制特点。

5 板带钢生产（建议学时数：4 学时）

目的要求：板带钢生产的一般概念，热轧中厚板生产工艺流程，轧机型式及布置；热轧薄板带钢生产工艺流程，轧机型式及布置。

重点难点：板带钢产品的技术要求，板带钢轧机型式，中厚板生产轧制方法。

6 钢管生产（建议学时数：2 学时）

目的要求：钢管生产的一般概念，自动轧管机组的工艺及设备。

重点难点：自动轧管机组的工艺流程

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程所需的前期课程有“工程制图”、“塑性成型原理”、“金属学与热处理”、“金属力学性能”等，要求学生具有工程制图、金属材料学、金属塑性成形原理等方面的基本知识。本课程是“课程设计”和“毕业设计”的专业基础。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

[1] 霍晓阳. 轧制技术基础，哈尔滨工业大学出版社 2013. 10

参 考 书：

[1]:王廷溥，齐克敏，金属塑性加工学—轧制理论与工艺，冶金工业出版社 2012. 6

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。教学方法上采用启发式教学，调动教与学两方面积极性，部分内容采用自修形式、讨论等形式进行。采用先进的多媒体教学系统。引进本课程专业技术发展前沿，让学生了解本学科最新发展动态，扩大学生知识视野。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩、考试成绩在总成绩中所占比例分别为 30% 和 70%。

《弧焊电源》课程教学大纲

课程编号：061030970

总学时及其分配：总学时 32，授课 28，实验 4

学分数：2

适用专业：材料成型及控制工程（焊接）

任课学院、系部：材料成型及控制工程系

课程负责人：和平安

编制日期：2016. 11. 20

一、课程简介

《弧焊电源》是材料成型与控制专业理论性和实践性较强的专业课，本课程在论述电弧电特性及对弧焊电源基本要求的基础上，介绍了弧焊变压器；硅弧焊整流器、晶闸管式弧焊整流器；脉冲弧焊电源、弧焊逆变器和矩形波交流电源的基本原理、结构、性能特点及应用，简介了弧焊电源的选择、安装和使用的实用知识。即本课程讨论的是弧焊电源方面的知识，这将为本专业学生在从事电弧焊相关的专业实践中提供电源方面的系统知识。

二、课程教学的目标

本课程的目标是使学生掌握各种常用弧焊电源的基本理论、基本知识和实验技能，并能根据不同的弧焊工艺方法正确地选择、使用和维护弧焊电源。

三、课程教学的基本内容及教学安排

绪 论 （2 学时）

了解：弧焊电源发展简史；国内外弧焊电源的现状与发展趋势；弧焊电源的分类；本课程性质、任务和要求。

第一章 焊接电弧及其电特性（2 学时）

理解：焊接电弧的物理本质、焊接电弧的结构和伏安特性、交流电弧、焊接电弧的分类及其特点。

第二章 对弧焊电源的基本要求（4 学时）

掌握：弧焊工艺对电源性能的要求；电源的外特性；“电源-电弧”系统稳定的概念；对电源外特性的要求；对电源调节特性的要求；对电源动特性的要求。

第三章 弧焊变压器（4 学时）

了解：弧焊变压器的特点和分类；下降外特性获得的原理；集中典型的弧焊变压器的结构、原理和特点。

第四章 硅弧焊整流器（4 学时）

了解：硅弧焊整流器的基本组成、原理、分类；饱和电抗器（无反馈磁放大器）的基本电路、特点、基本原理；饱和电抗器式弧焊整流器的基本电路、原理、产品；全部和部分内反馈磁放大器式弧焊整流器的结构、原理参数调节、产品；其他形式硅弧焊整流器。

第五章 晶闸管式弧焊整流器（4 学时）

了解：晶闸管式弧焊整流器组成和特点；四种主电路原理，重点为三相桥式全孔和带动平衡电抗器双反星型整流电路；控制电路原理，包括触发电路、移相电路和同步电路；闭环控制及外特性的获得；典型产品电路分析。脉冲弧焊电源的特点、脉冲电流的获得方法、脉冲弧焊电源的分类、脉冲电流的波形和可调基本工艺参数；晶闸管断续器式脉冲弧焊电源的基本原理；晶体管类脉冲弧焊电源的特点。

第六章 弧焊逆变器（4 学时）

了解：弧焊逆变器的基本组成及原理、逆变器的外特性控制和参数调节、定脉宽调频率、定频率调脉宽、弧焊逆变器主电路基本形式、弧焊逆变器的特点、分类和应用；晶闸管式弧焊逆变器逆变主电路的工作原理、触发电路的工作原理、外特性控制、产品；晶体管式弧焊逆变器逆变主电路的几种形式、场效应管式弧焊逆变器、IGBT 式弧焊

逆变器、矩形波交流弧焊电源。

第七章 弧焊电源的数字化控制（2 学时）

了解：弧焊电源对控制系统的要求，控制系统基本方法、分类、特点；弧焊工艺的时序控制技术、起弧和收弧控制技术、一元化调节技术以及弧焊过程的波形控制技术；单片机控制弧焊电源的基本原理、实现电路及 PID 控制算法；弧焊电源的 DSP、ARM 等数字化控制技术；弧焊电源的模糊逻辑和人工神经网络的智能控制原理及应用；机器人弧焊电源及应用情况；国内外数字化控制的弧焊电源产品。

第八章 弧焊电源的选择和使用（2 学时）

了解并掌握：弧焊电源选择要求、焊接电流种类的选择、根据焊接工艺方法选择弧焊电源、弧焊电源功率的选择计算；弧焊电源的安装、使用、改装；提高功率因数、安全用电保护措施。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

学习本课程之前，先学习《电工学》中磁路、变压器、直流发电机、硅整流电路、晶体管、晶闸管及其应用章节，为与本门课程有关的基础理论知识部分。

本课程应安排在认识实习和专业劳动之后，以便在授课前学生对各种弧焊方法及所用设备已有一定的感性认识。

本课程为专业先行课之一，它为学习其他专业课提供必要的弧焊电源知识。

本课程在电弧方面只讲授电弧的电特性，有关电弧的其他知识归在其他课程中讲授。

五、建议使用教材与教学参考书

教材：

《弧焊电源及其数字化控制》 黄石生编 机械工业出版社

2006

参考书:

[1] 《现代弧焊控制》 潘际銮著 机械工业出版社 2000

[2] 《焊接过程现代控制技术》 陈善本著 哈尔滨工业出版社

2001

[3] 《电弧焊基础》 杨春利, 林三宝著 哈尔滨工业出版社

2003

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 该课程本课程以课堂教学为主, 注重理论联系实际, 从原理结构的角度出发, 来阐述问题, 重点放在各类电源有关的基本概念、基本原理、基本结构和基本方法上。使学生了解并基本掌握有关弧焊电源的理论和方法。在教学过程中, 可利用多媒体教学和生动的实验, 安排学生观看有关弧焊电源、焊接工艺等电视录像, 加深学生的感性认识。还可以安排学术讲座, 使学生对弧焊电源的发展动态有一定了解。

2. 课后应布置适量的作业。

3. 各章的作业量:

第一章	焊接电弧及其电特性	4 题
第二章	对弧焊电源的基本要求	4 题
第三章	弧焊变压器	3 题
第四章	直流弧焊发电机和硅弧焊整流器	3 题
第五章	晶闸管式弧焊整流器	4 题
第六章	弧焊逆变器	4 题
第七章	弧焊电源的数字化控制	4 题
第八章	弧焊电源的选择和使用	3 题

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试

课程实验大纲文本格式

《弧焊电源》课程实验大纲

课程编号：061030970

总学时及其分配：总学时 32，授课 28，实验 4

学分数：2

适用专业：材料成型及控制工程（焊接）

任课学院、系部：材料成型及控制工程系

课程负责人：和平安

编制日期：2016. 11. 20

一、课程简介

《弧焊电源》是材料成型与控制专业理论性和实践性较强的专业课，本课程在论述电弧电特性及对弧焊电源基本要求的基础上，介绍了弧焊变压器；硅弧焊整流器、晶闸管式弧焊整流器；脉冲弧焊电源、弧焊逆变器和矩形波交流电源的基本原理、结构、性能特点及应用，简介了弧焊电源的选择、安装和使用的实用知识。即本课程讨论的是弧焊电源方面的知识，这将为本专业学生在从事电弧焊相关的专业实践中提供电源方面的系统知识。

二、实验教学目的和基本要求

使学生了解并基本掌握有关弧焊电源的理论和方法。在教学过程中，利用生动的实验，帮助学生更好的认识焊接电弧抽象的一些基本特性和灵活的掌握多台弧焊电源的实际应用技巧。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
----	--------	------	----	------	------	------	-------	-------	----	---------

1	焊接电弧与线性负载的伏安特性比较实验	观测比较弧焊电源分别给焊接电弧和线性负载供电会有何异同,总结二者异同点。	2		验证	35	必做	已开	焊机老化,性能不稳定。	焊接实验室
2	弧焊电源的串联和并联实验	观察比较单台弧焊电源和多台弧焊电源串联和并联使用的异同,并总结报告。	2		验证	35	必做	未开	焊机数量不足,且已老化	焊接实验室
3										
4										
5										

四、考核方式

1. 明确实验目的,掌握实验基本原理,掌握实验步骤和检测方法。
2. 按实验过程和实验报告给出百分成绩,占该课程平时成绩中50%。

五、实验教材与参考书

参考书:

- [1] 《现代弧焊控制》 潘际銮著 机械工业出版社 2000
- [2] 《焊接过程现代控制技术》 陈善本著 哈尔滨工业出版社 2001
- [3] 《电弧焊基础》 杨春利,林三宝著 哈尔滨工业出版社 2003

《铸造过程冶金传输原理》课程教学和实验大纲

课程编号: 060030760

总学时及其分配: 总学时 16 学时及授课 12 学时、实验 4 学时

学分数：2

适用专业：铸造专业

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制系

课程负责人：王狂飞

编制日期：2016 年 10 月

一、课程简介

《铸造过程冶金传输原理》本课程是材料成型控制专业铸造方向的一门主干专业基础课。在学完高等数学、大学物理、工程力学、物理化学、传热学课程后开设。主要讲述分子扩散、对流传质以及传质过程的理论模型和应用。它是材料成型与控制工程专业课的前期课程。

二、课程教学的目标

本课程的教学目标是，通过本课程的教学，使学生掌握“质量传输”的基本理论和解析物理冶金过程所涉及到的传输问题的基本方法，为学生学习后续材料成型与控制工程专业课程，如材料科学基础、焊接冶金原理、凝固技术与控制、铸造合金及其熔炼、材料中的扩散等相关课程打下坚实的基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

14. 冶金与材料制备及加工中的动量传输（2 学分）

教学内容：辐射和对流的综合传热，换热器原理及计算，固定料层的传热，凝固传热的特点，连续浇注时的凝固传热。

基本要求：掌握换热器计算，会换热器的设计及校核计算，掌握凝固传热的特点及连续浇注时的凝固传热计算，会用固定料层的传热量计算公式。

重点：换热器原理及计算。

难点：固定料层的传热。

15. 质量传输的基本概念及基本定律（2 学分）

教学内容：质量传输的基本概念，扩散传质基本定律，带扩散的连续性方程（质量平衡微分方程）。

基本要求：掌握扩散传质、对流传质基本概念，菲克第一定律、菲克第二定律物理意义。

重点：质量传输的基本概念，扩散传质基本定律（菲克第一定律、菲克第二定律）。

16. 扩散传质（4 学分）

教学内容：稳定扩散传质，不稳定扩散传质，扩散传质实例。

基本要求：掌握平壁及圆筒壁扩散传质方程的应用，传质傅里叶数与传质毕渥数的物理意义；会查图计算各种边界条件下的浓度场；能够借用不稳定传热方法解决传质问题；了解气固两相及气液两相反应中的扩散传质特点，理解多孔材料中的扩散传质特性。

重点：平壁及圆筒壁的稳定扩散传质。

难点：平壁及圆筒壁的不稳定扩散传质。

17. 对流传质（4 学分）

教学内容：对流传质基本概念，流体流过平板时的对流传质，动量、热量、质量传输的类比。

基本要求：掌握浓度边界层及有效浓度边界层的概念，对流传质系数的单位、物理意义、影响因素及对流传质系数的模型理论，施密特数及舍伍德数的表达式及物理意义；会用柯尔伯恩类比求对流传质系数。

重点：对流传质基本概念，动量、热量、质量传输的类比。

四 实验内容及实验安排

实验一 水分蒸发实验（2 学时、必做）

水分蒸发实验是观察气体流动对水分扩散的影响。了解对流传质的本质及影响因素。

实验内容：

- 1) 观察不同空气流动速度对试管中水位高度的影响；
- 2) 按照对流传质基本公式，预测水位下降与空气温度和流速关

系；

3) 分析水分扩散影响因素。

实验原理：

试管上端吹过不同温度和速度空气，观察试管中水位变化。

实验二 合金凝固过程模拟实验（2 学时、必做）

合金凝固模拟实验是观察熔体中溶质扩散对晶体生长形貌的影响。了解溶质扩散及对流传质对凝固过程影响的影响因素。

实验内容：

- 1) 计算机编程单个晶体生长过程；
- 2) 观察溶质扩散对晶体生长形貌的影响；
- 3) 分析溶质扩散系数和对流对晶体生长形貌的影响。

实验原理：

利用合金凝固过程溶质扩散和对流传质，观察晶体生长过程。

五、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是在学完高等数学、大学物理、工程力学、物理化学、传热学课程后开设。它是材料成型与控制工程专业课的前期课程。

六、建议使用教材与教学参考书

建议使用教材：

《冶金传输原理》(第 1 版). 沈巧珍、杜建明编.北京：冶金工业出版社，2006 年 7 月。

教学参考书：

- 1、《传输过程基本原理》，乐启炽、崔建忠编.北京：冶金工业出版

社出版 2005 年 9 月；

2 《冶金传输原理》，周俐编. 北京：化学工业出版社出版，2009 年 3 月。

七、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程是为铸造方向学生冶金传输过程的学习而设置的，所以要求学生具有较好的化学理论功底及实践认知能力。本课程主要采取的授课方法是讲解与实践相结合，并从实际出发讲述课程内容。从而得知热加工质量传输的重点所在，以求学生对热加工冶金传输过程有较深的理论知识。希望通过课堂教学、复习、阅读参考文献、答疑、实验和做练习 6 个教学环节，将本课程学得更好。

八、课程考核及成绩评定方式

1. 学生的期末成绩由任课教师根据考试成绩占 70%，平时成绩占 30% 的原则评定，其中平时成绩包括平时课堂记录（1/3）和实验成绩（2/3）。

2. 任课教师要对考试试卷和成绩进行统计分析，以评判试卷的合理性，学生的掌握程度，成绩分布的科学性等，为改进教学，提高教学质量和效果提供依据。

《铸造设备》课程教学大纲

课程编号：061030800

总学时及其分配：授课 16 学时，实验 0 学时，总学时 16

学分数：1

适用专业：材料成型及控制工程专业（铸造方向）

任课学院、系部：材料学院材料加工工程系

课程负责人：李平

编制日期：2016.9

一、课程简介

需说明课程的性质、类别及其在专业人才培养中的地位和作用。

《铸造设备》是材料成型及控制工程专业的一门专业选修课，本课程主要讲述铸造生产中主要设备的工作原理、结构特点及自动化控制要求通过本课程的教学使学生对铸造生产过程中的主要设备有比较全面的认识，初步具备铸造生产过程中设备选用的能力。

二、课程教学的目标

(1) 知识方面的基本要求：掌握造型制芯、砂处理、熔炼浇注、落砂清理、环保设备的结构特点和工作原理。了解设备结构、原理、动作过程，并能综合运用。(2) 能力素质方面的基本要求：能够正确选用、使用铸造设备，并具有一定的设备设计能力。

三、课程教学的基本内容及教学安排

需细化到章、节和知识点并说明授课、实验或实践学时安排等理论教学共分 8 次课，16 学时。其基本内容与要求如下表。

教 学 内 容	学时
课程介绍, 第 1 章 造型和制芯设备的工艺基础 1.1 型砂紧实的工艺基础 1.2 压实紧实 1.3 震击及微震实砂 1.4 射砂法实砂 1.5 气流实砂方法 1.6 填砂及起模	2
第 2 章 粘土砂造型设备及生产线 2.1 震击及震压造型机 2.2 低压微震压实造型机 2.3 多触头高压造型机 2.4 气流实砂造型机 2.5 垂直分型无箱造型机 2.6 水平分型脱箱造型机 2.7 造型生产线	4
第 3 章 树脂砂与水玻璃砂造型设备及生产线 3.1 树脂砂、水玻璃砂的特点及振动紧实台 3.2 树脂砂、水玻璃砂造型线辅助机械及运输设备 3.3 自硬树脂砂造型生产线 3.4 水玻璃砂造型生产线	2
第 4 章 消失模与真空密封造型设备及生产线 4.1 消失模铸造设备 4.2 消失模铸造生产线 4.3 真空密封造型设备 4.4 真空密封造型生产线	2
第 5 章 制芯设备 5.1 概述 5.2 制芯设备基础 5.3 热芯盒射芯机 5.4 冷芯盒射芯机 5.5 多用途射芯机 5.6 壳芯机 5.7 制芯中心第 6 章 熔炼与浇注设备 6.1 概述 6.2 冲天炉 6.3 感应电炉 6.4 电弧炉 6.5 浇注设备及自动化	2
第 7 章 型砂处理系统及其自动化 7.1 湿型砂制备系统 7.2 树脂自硬砂和水玻璃自硬砂制备系统 7.3 砂处理系统的运输设备和辅助装置 7.4 砂处理系统的布置及自动化	2
第 8 章 落砂与清理设备 8.1 落砂设备的分类 8.2 振动落砂机 8.3 滚筒落砂机 8.4 清理设备的分类 8.5 除芯机械 8.6 表面清理设备 8.7 浇冒口和飞边毛刺清理设备第 9 章 铸造车间的环境保护 9.1 概述 9.2 铸造生产的环境要求 9.3 通风除尘设备 9.4 废气净化设备 9.5 污水处理设备 9.6 铸造车间噪声防治设备 9.7 固体废弃物治理设备	2
总计	16

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

在学习本门课之前，学生应修完《机械设计基础》和《工程基础实训与实践》及部分铸造专业课程之后开课。

五、建议使用教材与教学参考书

建议使用教材：

王录才,宋延沛. 铸造设备及其自动化,北京：机械工业出版社，2013.

参考书：

[1] 樊自田. 铸造设备及其自动化,北京：化学工业出版社，2009.

[2] 王敏. 材料成形设备及自动化. 北京：高等教育出版社,2010.

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

以多媒体课堂教学为主，教学过程中注重结合铸造企业的设备视频、图片和资料进行讲解，加深学生对铸造设备类型、结构特点、工作原理和具体和具体应用的接受理解。

教学内容（注明：*重点 #难点）

第一章 造型和造芯的工艺基础*#（2 学时）

- 1、紧实度及对实砂的要求
- 2、压实紧实
- 3、震击及微震实砂
- 4、射砂法实砂
- 5、气流实砂方法
- 6、填砂及起模

第 2 章 粘土砂造型设备及生产线（4 学时）

- 2.1 震击及震压造型机
- 2.2 低压微震压实造型机
- 2.3 多触头高压造型机
- 2.4 气流实砂造型机*#
- 2.5 垂直分型无箱造型机
- 2.6 水平分型脱箱造型机

2.7 造型生产线*#

第 3 章 树脂砂与水玻璃砂造型设备及生产线（2 学时）

- 3.1 树脂砂、水玻璃砂的特点及振动紧实台
- 3.2 树脂砂、水玻璃砂造型线辅助机械及运输设备
- 3.3 自硬树脂砂造型生产线*#
- 3.4 水玻璃砂造型生产线*#

第 4 章 消失模与真空密封造型设备及生产线（2 学时）

- 4.1 消失模铸造设备*#
- 4.2 消失模铸造生产线
- 4.3 真空密封造型设备*#
- 4.4 真空密封造型生产线

第5章 制芯设备*#（第5、6章共2学时）

- 5.1 概述
- 5.2 制芯设备基础
- 5.3 热芯盒射芯机
- 5.4 冷芯盒射芯机
- 5.5 多用途射芯机
- 5.6 壳芯机
- 5.7 制芯中心

第6章 熔炼与浇注设备

- 6.1 概述
- 6.2 冲天炉
- 6.3 感应电炉
- 6.4 电弧炉
- 6.5 浇注设备及自动化

第7章 型砂处理系统及其自动化（2学时）

- 7.1 湿型砂制备系统*#
- 7.2 树脂自硬砂和水玻璃自硬砂制备系统
- 7.3 砂处理系统的运输设备和辅助装置

- 7.4 砂处理系统的布置及自动化

第8章 落砂与清理设备#（第8、9章共2学时）

- 8.1 落砂设备的分类
- 8.2 振动落砂机
- 8.3 滚筒落砂机
- 8.4 清理设备的分类
- 8.5 除芯机械
- 8.6 表面清理设备
- 8.7 浇冒口和飞边毛刺清理设备

第9章 铸造车间的环境保护*

- 9.1 概述
- 9.2 铸造生产的环境要求
- 9.3 通风除尘设备
- 9.4 废气净化设备
- 9.5 污水处理设备
- 9.6 铸造车间噪声防治设备
- 9.7 固体废弃物治理设备

学生后续学习建议：

（1）由于教学时数少，课内只作重点讲授，其它内容要求每次课后学生安排足够时间对相关章节进行复习，结合参考书有关内容进行自学。

（2）注意各章节间内在联系进行复习和总结，学习过程中注意理论联系实际。

(3) 要求学生注意培养自学能力, 总结能力, 分析问题和解决问题的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

平时成绩 30%(包括上课出勤率, 上课提问等), 考试成绩占 70%, 建议开卷考试。

《热处理工艺学》课程教学大纲

课程编号: 061031020

总学时及其分配: 总学时 32, 授课学时 28, 试验学时 4。

学分数: 2

适用专业: 材料成型及控制

任课学院、系部: 材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人: 许磊

编制日期: 2016 年 9 月 8 日

一、课程简介

热处理是通过加热和冷却的方法使材料内部组织结构(有的也包括表面化学成分)发生变化, 以获得预期性能的工艺方法。这些性能包括工艺性能、力学性能、物理性能和化学性能, 在现代机械制造工业中主要是材料的强度、硬度、韧性、耐磨性、耐热性和耐蚀性等。因此进行热处理是提高零件使用性能、保证产品质量、改善工艺性和节约原材料的重要途径。“材料热处理”课就是通过介绍各种先进的热处理工艺和工艺参数对材料组织、结构及性能的影响规律, 阐述有关基本原理、工艺操作和效果, 同时将热处理工艺与材料选用、零件设计相结合, 阐述热处理工艺设计方法及其在机械设计和机械加工工艺过程的地位和作用。

二、课程教学的目标

本课主要使学生掌握热处理工艺的一些内容方法步骤、相应的相变原理，达到培养学生分析、解决实际问题的能力的目的。通过了解当代本学科的水平，发展动态，为以后工作奠定基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

（一）钢在加热时的转变（2 学时）

1、奥氏体及其形成机理

2、奥氏体晶粒的长大及其控制

（二）钢在冷却时的转变

1、珠光体相变（3 学时）

珠光体的组织形态与性能特点、珠光体的形成机理及其转变动力学、先共析铁素体和渗碳体的形成。

2、马氏体相变（4 学时）

马氏体的结构、形态及其影响因素、马氏体相变的主要特征、马氏体相变的影响因素、淬火钢中的残余奥氏体及其控制、马氏体相变机理及马氏体性能特点。

3、贝氏体相变（2 学时）

贝氏体相变特点、组织形态和力学性能、贝氏体相变的热力学条件、相变机理、贝氏体相变的动力学影响因素、魏氏组织。

4、过冷奥氏体转变图（2 学时）

过冷奥氏体等温转变图、过冷奥氏体连续冷却转变图、临界冷却速度、孕育期消耗。

（三）钢的退火与正火（3 学时）

退火工艺的分类及基本原则，完全、不完全退火、球化退火、扩散退火等，退火规范对钢的组织的影响，退火规范对钢中残余应力的影响。钢的正火，退火、正火后的组织性能及工艺缺陷。

（四）钢的淬火与回火（4 学时）

淬火的概念及分类，钢的淬透性，淬火介质，淬火工艺规范，钢的回火，回火的定义、分类，合理的确定回火温度及回火保温时间，回火转变的影响因素和回火脆性。

（五）表面淬火强化（2 学时）

表面淬火用材料，快速加热表面淬火时相变特点，火焰加热淬火，感应加热淬火。

（六）化学热处理（4 学时）

化学热处理的分类及特点，化学热处理基本原理和基本过程，化学热处理渗剂及其反应机理，钢的渗碳，钢的渗氮。

（七）零件的热处理分析及总结（2 学时）

热处理的技术条件，热处理的工序位置，典型零件的热处理分析。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

先修课程：工程力学，材料科学基础，材料热力学。

五、建议使用教材与教学参考书

夏立芳编 《金属热处理工艺学》 哈尔滨工业大学出版社 2007 年版

刘云旭编 《金属热处理原理》 机械工业出版社 1981 年第 1 版

赵连成编 《金属热处理原理》 哈尔滨工业大学出版社 1981 年第 1 版

《热处理手册》编委会 《热处理手册》 第一分册 机械工业出版社 1984 年第 1 版

李松瑞 周善初编 《金属热处理》 中南大学出版社 2003 年第 1 版

刘永铨编 《钢的热处理》 冶金工业出版社 1987.11

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程教学方法以课堂教学为主，结合目前实际生产中的产品为案例进行细化讲解，让同学们对所学知识有感性认知，便于理论联系实际，重点学习相应的相变原理、热处理基本原理和主要工艺，难点在于理论知识的实际应用。

布置一定课外相关领域的发展现状自学内容，培养学生自学能力，加深理论知识的认识。

七、课程考核及成绩评定方式

考核方式：作业完成情况，上课出勤率，上课提问，考试。

成绩评定方式：平时成绩 20-30%（包括作业完成情况，上课出勤率，上课提问），考试成绩占 70-80%。作业要求独立思考、独立完成。

课程编号：061031020

总学时及其分配：总学时 32，授课学时 28，试验学时 4。

学分数：2

适用专业：材料成型及控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人：许磊

编制日期：2016 年 9 月 8 日

一、课程简介

热处理是通过加热和冷却的方法使材料内部组织结构(有的也包括表面化学成分)发生变化,以获得预期性能的工艺方法。这些性能包括工艺性能、力学性能、物理性能和化学性能,在现代机械制造工业中主要是材料的强度、硬度、韧性、耐磨性、耐热性和耐蚀性等。因此进行热处理是提高零件使用性能、保证产品质量、改善工艺性和节约原材料的重要途径。“材料热处理”课就是通过介绍各种先进的热处理工艺和工艺参数对材料组织、结构及性能的影响规律,阐述有关基本原理、工艺操作和效果,同时将热处理工艺与材料选用、零件设计相结合,阐述热处理工艺设计方法及其在机械设计和机械加工工艺过程的地位和作用。

本课主要使学生掌握热处理工艺的一些内容方法步骤、相应的相变原理,达到培养学生分析、解决实际问题的能力的目的。通过了解当代本学科的水平,发展动态,为以后工作奠定基础。

二、实验教学目的和基本要求

通过实验课程让学生加深对热处理工艺过程的理解。通过实验进一步掌握真空加热的特点;熟悉真空热处理炉的原理、结构和操作。了解和掌握淬透性的测试原理和方法,分析淬火介质和合金元素对淬

透性的影响。在实验过程中,要求学生自己动手,认真完成实验课程。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
1	真空双室油淬气冷炉的结构与操作	本实验采用材料为 40Cr、W6Mo5Cr4V2 的两组试件,分别在真空双室油淬气冷炉中进行加热及油淬、气冷,然后进行试件的硬度测定。	2	专业	综合	10	必做	未开		材料物理冶金研究所
2	钢的淬透性实验	采用 45 钢和 40Cr 钢进行顶端淬火实验,比较合金元素对钢淬透性的影响,掌握顶端淬火法测量淬透性方法。采用 T8 钢进行水淬和油淬,比较淬火介质对淬透性的影响。使用的设备和仪器:顶端淬火试验机、硬度计。	2	专业	综合	10	必做	未开		材料物理冶金研究所
3										
4										
5										

四、考核方式

实验课的考核方式为撰写实验报告,实验成绩按实验过程表现和实验结果的分析综合评定,实验课成绩占课程总成绩的 10%。

五、实验教材与参考书

刘云旭编 《金属热处理原理》 机械工业出版社 1981 年第 1 版

赵连成编 《金属热处理原理》 哈尔滨工业大学出版社 1981 年第 1 版

《热处理手册》编委会 《热处理手册》 第一分册 机械工业出版社 1984 年第 1 版

李松瑞 周善初编 《金属热处理》 中南大学出版社 2003 年第 1 版

刘永铨编 《钢的热处理》 冶金工业出版社 1987.11

《铸造工艺学》课程教学大纲

课程编号：060030190

总学时及其分配：总学时 48 学时，授课 44 学时，实验 4 学时

学分数：3

适用专业：材料成型及控制工程铸造方向

任课学院、系部：材料学院材料加工工程系

课程负责人：米国发

编制日期：2016.9

一、课程简介

《铸造工艺(学)基础》是材料成型与控制专业的专业课，阐明金属——铸型界面作用现象及主要缺陷的产生机制和防止途径；讲述了型（芯）砂的原材料的基本规格，粘土砂和化学粘结剂砂的性能要求，粘结或硬化机理，应用前景，质量控制和检查方法及对涂料的作用、组成等；重点阐述工艺设计的基本内容、方案的确定，浇冒口系统的开设和设计，金属过滤技术以及工艺装备设计等。以便为学生今后开发新的造型材料，研究新的铸造工艺方法和拟定合理的铸造工艺方案，奠定良好的基础。

二、课程教学的目标

课程以课堂教学为主，注重理论联系实际，从组织结构的角度出发，来阐述问题，重点放在与铸造工程有关的基本概念、基本现象、基本规律和基本方法上。使学生了解并基本掌握有关铸造的理论和方法。在教学过程中，可利用多媒体教学，安排学生观看有关型砂、铸造工艺和铸造合金等录像，加深学生的感性认识。还可以安排学术讲座，使学生对材料科学的发展动态有一定了解。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲述金属——铸型界面作用现象及主要缺陷的产生机制和防止途径；讲述型（芯）砂的原材料的基本规格，粘土砂和化学粘结剂砂的性能要求，粘结或硬化机理，应用

前景,质量控制和检查方法及对涂料的作用、组成等;阐述工艺设计的基本内容、方案的确定,浇冒口系统的开设和设计,金属过滤技术以及工艺装备设计等。

第一篇 金属——铸型的界面作用

第一章 砂型结构及其工作条件(0.5 学时)

明确铸件质量的含义,了解砂型的结构和铸型的工作条件,为改善劳动条件和提高铸件生产经济效益提供科学的依据。

第二章 金属与铸型的物理作用(1.5 学时)

了解金属液与铸型之间发生的各种现象及可能产生的某些铸件缺陷的机理和规律,为防止铸件缺陷的产生和提高铸件生产经济效益提供科学的依据。

第三章 金属与铸型的化学和物理化学作用(2 学时)

了解金属液与铸型之间发生的各种现象,如:粘砂现象、铸渗现象等,为提高铸件生产经济效益提供科学的依据。

第二篇 砂型和砂芯的制造

第一章 湿型(4 学时)

熟练掌握湿型砂的组成、种类及其适用场合,熟悉制得性能合乎要求的型砂应具备的条件。

第二章 铸造涂料(1 学时)

熟练掌握铸造涂料的作用,涂料的涂敷方法,熟悉涂料的基本组成及涂料的配制,了解优质涂料应具有的性能。

第三篇 铸造工艺及工装设计

第一章 铸造工艺设计概论(1 学时)

熟悉铸造工艺设计概念,熟练掌握铸造工艺设计内容和程序。

第二章 铸造工艺方案的确定(6 学时)

熟悉零件结构的铸造工艺性,熟练掌握造型、造芯方法和铸型种类的选择,非常熟练铸造工艺方案的确定,浇注位置的确定,分型面的选择。

第三章 砂芯设计及铸造工艺设计参数(4 学时)

熟悉砂芯设计,熟练掌握铸造工艺设计参数的选择。

第四章 浇注系统设计(10 学时)

熟悉浇注系统的概念、组成,了解浇注系统的基本要求,浇注系统的基本类型,熟练应用计算阻流截面积的水力学公式,了解其他合金铸件浇注系统的特点。

第五章 冒口、冷铁和铸肋(8 学时)

熟悉冒口的作用、冒口的种类及补缩原理,熟练掌握铸钢件冒口的设计与计算,了解提高通用冒口补缩效率的措施和特种冒口,熟悉冷铁,铸肋。

第六章 铸造工艺装备设计(6 学时)

熟悉铸造工艺装备的概念及其组成,熟练掌握模样及模板的设计,熟练掌握芯盒的设计,了解砂箱的设计。

具体实验安排表如下。

序号	实 验 项 目 名 称	实验内容	学时	实验 类别	实验 类型	每 组 人 数	必/选 做	已 开 / 未 开	说明	承担 实验室
1	充型流 动水模 拟实验	观 察 浇 口 杯 中 水 平 漩 涡, 垂 直 漩 涡 的 形 成 及 影 响 因 素, 渣 和 气 体 进 入 直 浇 道 的 过 程 观 察, 液 体 及 渣 团、气体流 经 几 种 典 型 浇 注 系 统 的 运 动 规 律	2	专业	演示	5	必做	已开		物理冶 金所
2	铸型材 料性能 测试的 综合试 验	测 定 原 砂 的 含 水 量、 含 泥 量、粒 度、透 气 性, 湿 压 强 度、紧 实 率、流 动 性、原 砂 颗 粒 形 状 及 表 面 状 况	2	专业	验证	5	必做	已开		物理冶 金所

注:“实验类别”为基础、技术(专业)基础、专业、科研、生产、毕业设计(论文)或其它;“实验类型”为演示性、验证性、综合性、设计性、创新性;“每组人数”为基础或专业基础课实验一般1人或2人一组,专业课实验一般不超过5人,有特殊要求和特殊情况的以满足实验每组最少人数为限,但最多不超过15人一组。

四、本课程与其他课程的联系(先修后续关系)

本课程的基础课程是《铸件形成理论》、《冶金传输原理》课程之后讲授。

五、建议使用教材与教学参考书

教材:

《铸造工艺学》 王文清、李魁盛编 机械工业出版社 1998

参考书:

- 1、铸造工艺及原理，李魁盛，机械工业出版社，1989。
- 2、铸造工艺学，曹文龙，机械工业出版社，1989。
- 3、铸造工艺设计基础，李魁盛，机械工业出版社，1981。
- 4、铸件设计，王金华，机械工业出版社，1983。
- 5、砂型铸造工艺及工装设计，联合编写组，北京出版社，1980。

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

由于《铸造工艺(学)基础》涉及许多基础理论，概念性强，内容抽象，在课堂上常采用启发式教育，常用提问、问答或引而不发方法，以调动学生积极思维能力；在讲授时除板书外，尽量多用教学模型、挂图、照片和曲线图表等形象化语言，以加深学生对课程内容的理解，提高学习兴趣。另一方面，为了提高学生对那些需要有丰富空间想象力的模板结构等知识难点的理解和掌握，将先进的多媒体现代化教学手段引入教学中，实现图、文、声、像并茂的视听一体化教学，弥补传统教学在时间和空间等方面的不足，以提高教学效果，并让学生在有限的课堂授课学时中学到更多的专业理论知识。

各章作业量：

第一篇 金属——铸型的界面作用

第一章 砂型结构及其工作条件 2-4 题

第二章 金属与铸型的物理作用 2-4 题

第三章 金属与铸型的化学和物理化学作用 2-4 题

第二篇 砂型和砂芯的制造

第一章 湿型 2-6 题

第二章 铸造涂料 2-6 题

第三篇 铸造工艺及工装设计

第一章 铸造工艺设计概论 2-4 题

第二章 铸造工艺方案的确定 6-8 题

第三章 砂芯设计及铸造工艺设计参数 4-6 题

第四章 浇注系统设计 6-8 题

第五章 冒口、冷铁和铸肋 6-8 题

第六章 铸造工艺装备设计 4-6 题

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷笔试。

材料学院

《铸造工艺学》 实验指导书

适用专业 (材料成型及控制专业):

米国发 编写(宋体, 小三号)

河南理工大学

二〇一六年九月

前 言

《铸造工艺学》是材料科学与工程、冶金、机电等的一门重要的专业课，铸造工艺学实验课是一个重要的教学环节，通过学习可引导学生了解各实验的原理，熟悉实验用设备，运用所学原理对实验结果进行分析，有助于学生理解铸造工程基础的实质，培养学生的动手能力，观察实验现象，理论联系实际，分析实验结果，解决实际铸造工艺问题的能力，有助于学生专业综合素质的提高。

目 录

浇注系统水模拟实验.....	1
铸型材料性能综合性实验.....	11

实验一 浇注系统水模拟实验

实验类型： 专业 实验学时： 2 实验要求： 必修

一、实验目的

交口杯中水平漩涡，垂直漩涡的形成及影响因素；渣和气体进入直浇道的过程观察；直浇道模型中的真空吸气现象和防止方法；了解依相似原理设计模型的基本规则。

二、实验内容

观察浇口杯中水平漩涡，垂直漩涡的形成及影响因素，渣和气体进入直浇道的过程观察，液体及渣团、气体流经几种典型浇注系统的运动规律。

三、仪器设备

水利模拟实验台

浇注系统有机玻璃模型一套

液态金属模拟物——水，渣团模拟物——锯末（经过处理）、聚苯乙烯珠粒等。

“U”形管测压计等

橡皮泥

四、所需耗材

水、锯末、聚苯乙烯珠粒、橡皮泥

五、实验原理、方法和手段

为了便于观察和测定各种数据，用有机玻璃等透明材料制造浇注系统模型。而用水作金属的模拟物。要使模型中水的运动特性和高温

液态金属在砂型中的运动特性相似，应满足相似原理的要求。为了使两者的运动相似（或动力相似），必须使模型与砂型浇注系统两者之间几何相似，且水在模型中流动时与液态金属在砂型中流动时的雷诺数相等。即：

$$\text{Re}_{(n)} = \text{Re}_{(m)} \quad (1)$$

式中： $\text{Re}_{(n)}$ ——液态金属在砂型中流动时的雷诺数

$\text{Re}_{(m)}$ ——水在模型中流动时的雷诺数

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

对于非圆形管道：

$$R = \frac{F}{w}$$

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot v \cdot R}{\nu}$$

所以（1）式可表示为：

$$\frac{4 \cdot v_{(n)} \cdot R_{(n)}}{\nu_{(n)}} = \frac{4 \cdot v_{(m)} \cdot R_{(m)}}{\nu_{(m)}} \quad (2)$$

$$\frac{v_{(n)} \cdot R_{(n)}}{\nu_{(n)}} = \frac{v_{(m)} \cdot R_{(m)}}{\nu_{(m)}} \quad (3)$$

式中： v ——液流的平均流速 cm/s

R ——浇注系统的水力学半径 cm

ν ——流体的运动粘度 m^2/s

六、实验步骤

1、浇口杯中流动状态的主要影响因素

取 1# 模型、放入少许渣团模拟物进行下列五组实验试验，注意观察记录水平漩涡、垂直漩涡的形成及阻渣、进气情况，模型见图 1。

表 1 浇口杯中流动状态影响因素实验顺序表

实验 序号	浇注 位置	浇口杯内 液面深浅	浇注流股 大小	浇注 方向
1	低	浅	小	逆向
2	低	高	小	逆向
3	高	高	小	逆向
4	低	高	大	逆向
5	低	高	小	侧向

比较实验 1 与实验 2，注意观察浇口杯内液深浅对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 3，注意观察浇注位置高低对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 4，注意观察流股大小对实验结果的影响。

比较实验 2 与实验 5，注意观察浇注方向对实验结果的影响。

将以上观察结果，绘图记录于实验报告中。

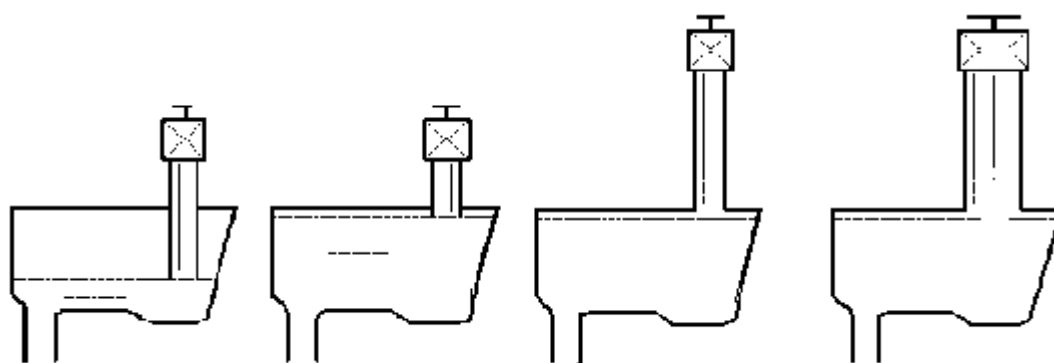


图 1 1#模型浇口杯中流动状态实验

2、直浇道模型中的真空吸气现象和防止方法

直浇道模型 2#（如图 2 所示）为两单元，即除浇口杯之外，只有直浇道。直浇道横截面积上下相等。因此，由水利学原理可知，直

浇道口内各截面上将出现负压，维持浇口杯内液面呈接近充满状态，注意观察模型的直浇道上的三个小孔的吸气现象，并在图 3 上标出上、中、下三个小孔的吸气严重程度。若以手指逐渐堵塞直浇道下出口，使之出口面积逐步缩小，增加阻力，注意三个小孔的吸气现象有何变化，并记录之。简要说明三个小孔由吸气逐步转化为正压出流之原因。

最后，用“U”形压力计分别测出上、中、下三个小孔的负压值并记入表 2 中。

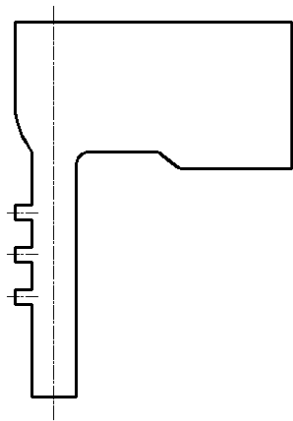


图 2 直浇道模型 2#

表 2 模型 1#直浇道内不同位置的负压值

不同位置	“h” 毫米汞柱
上孔	_____
中孔	_____
下孔	_____

3、横浇道的捕渣效果

以模型 3# 进行浇注试验。该模型的特点是，当只使用 1 个内浇口时，为横/内控制式浇注系统，内浇口开在横浇道下侧面，其浇口比为：

$$F_{\text{直}} : F_{\text{横}} : F_{\text{内}} = 2.54\text{cm}^2 : 2.12\text{cm}^2 : 1.92\text{cm}^2 = 1 : 2 : 0.76$$

当用橡皮泥堵塞 2 号内浇口，使用 1 号内浇口时，末端延长段长度为 230 毫米；当堵塞 1 号内浇口，使用 2 号浇口时，末端延长段长度为 110 毫米，在直浇口底部放入少许渣团模拟物，然后依次进行两种情况下的浇注试验。注意观察不同的末端延长段对阻止初期的渣及冷物铁水的影响。

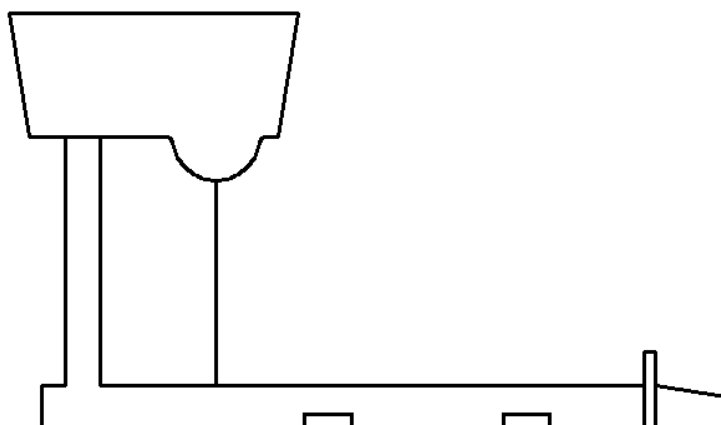


图 3 模型 3#

4、离心集渣包式浇注系统挡渣效果实验

离心集渣包式浇注系统如图 4 所示，其浇口比为

$$F_{\text{直}} : F_{\text{横}1} : F_{\text{横}2} (\text{集渣包入、出口}) : F_{\text{内}} = 2.54 : 5.12 : 5.12 : 2.56 = 1 : 2 : 2 : 1$$

末端延长段（普通型）大约 80mm。

注意观察浇注系统的流动状态及横浇道各部位的挡渣效果。在图上示意地画出“渣团”的停留位置。（在试验中内浇口面积可以用橡

皮泥加以调节，以适应所需要的交口比)。

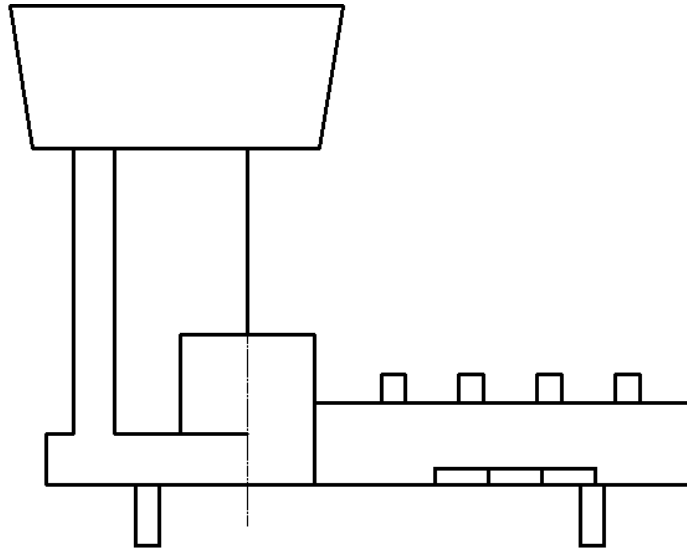


图 4 模型 4# 离心集渣包式浇注系统

七、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

实验二 铸型材料性能综合性实验

实验类型：技术 实验学时： 2 实验要求：必修

一、实验目的

铸造生产中用来配制型砂、芯砂的原砂称为铸造用砂。原砂的含泥量、颗粒组成及形状等对型砂的性能有着重要的影响。含泥量高会使型、芯的透气性和耐火度降低。原砂的颗粒组成对型、芯砂的透气性、强度和耐火度都有影响。而原砂的颗粒形状对型、芯砂的流动性、透气性和强度也都有影响。因此,为了配制合乎生产要求的型、芯砂,并在使用中控制它们的质量,就必须掌握原砂的性能及其实验方法。

二、实验内容

测定原砂的含水量、含泥量、粒度、透气性,湿压强度、紧实率、流动性、原砂颗粒形状及表面状况。

三、仪器设备

普通天平、红外线烘干箱、涡轮式洗砂机、电磁微震筛砂机、体式显微镜、火燃喷灯、碾轮式混砂机、捶击式制样机(液压制样机)、万能强度试验机、直读式透器性测定仪、B型硬度计、筛子、钢板尺等。

四、所需耗材

石英砂、水、粘结剂。

五、实验

(一)、原砂性能测试

1. 测定原砂的含水量

(1) 实验原理

试料中所含水分的百分数，即为该试料的含水量。

(2) 实验步骤

试验时，称取 50 克（准确度达 0.1 克）试料，在红外线烘干机中烘干。烘干温度在 105~110℃ 之间，经 4~8 分钟烘至恒重。冷却后进行称量，记下烘干后试料的重量，准确度为 0.1 克。（作不同含水量的三种试样）。

按下式计算含水量：

$$X = \frac{G - G_1}{G} \times 100 = (50 - G_1) \times 2$$

式中：X — 含水量（%）；

G — 烘干前试料的重量（克），G = 50 克；

G₁ — 烘干后试料的重量（克）。

2. 测定原砂的含泥量

(1) 实验原理：

原砂中所含直径小于 0.075 毫米的部分，其百分数即为原砂的含泥量。

测定原砂含泥量通常采用冲洗法。主要是利用悬浮在水中的砂和泥分的质点大小不同，其下沉的速度也不同的原理，将砂和泥分开。

颗粒在水中下沉的速度可用如下公式计算：

$$V = \frac{d^2(r - r_1)}{18\eta} g$$

式中：V — 质点下沉速度（厘米/秒）；

d — 质点直径（厘米）；

r — 下沉物的密度，2.62 克/厘米³（砂与粘土比重大致

相同);

r_1 — 水的密度 (克/厘米³);

η — 水的粘度 0.0010 克/厘米·秒 (20°C);

g — 重力加速度 930 厘米/秒²。

直径为 0.022 毫米的最小砂粒在 20 ° C 的水中下沉速度为:

$$V = \frac{d^2(r - r_1)}{18\eta} g = 0.0426 \text{ 厘米/秒} = 2.556 \text{ 厘米/分} \approx 2.5 \text{ 厘米/分}$$

5 分钟内直径为 0.022 毫米的砂粒在水中下沉深度约为:

$$2.5 \times 5 = 12.5 \text{ 厘米。}$$

因此, 将原砂与水充分搅拌, 使砂和泥悬浮于水中, 然后静置 5 分钟, 则所有的砂粒都下降到距水平 12.5 厘米以下, 而 12.5 厘米以上的水中悬浮物则都是泥分, 即可用虹吸管将它吸出。这时, 下部的砂中可能还混有一些泥分, 再清洗几次, 直至上部分水清为止, 这样就可能将原砂中的泥分完全洗出。取出沉淀的砂粒烘干, 称重量即可算出含泥量。

(2) 实验步骤

①称取烘干的原砂试样 50 克(精确度为 0.1 克)置于洗砂杯中, 再加入 475 毫升水和 25 毫升浓度为 1%的氢氧化钠溶液(加入氢氧化钠溶液的的目的是使粘土及砂粒积压后容易自成分散的质点, 以免相互粘附在一起)。

②将洗砂杯装到快速洗砂机上, 升高托盘, 使搅拌轴完全伸入洗砂杯中, 并紧固托盘, 防止水溅出。

③开动洗砂机马达, 搅拌 10 分钟, 关闭电源。取下洗砂杯, 并

仔细冲洗粘在搅拌轴和杯壁的泥砂。

④用玻璃棒搅拌，搅拌后静置 10 分钟，用虹吸管吸去上部分 125 毫米高度的浑水，不能将 25 毫米以下的砂吸去。

⑤重复第④步，直到洗砂杯中的水完全透明为止。自第二次起，每次只需静置 5 分钟。

⑥最后一次吸出杯中的清水后，将剩下的砂粒同水一起倒入漏斗中的滤纸上，不能倒在外面，并注意冲洗，然后将湿砂连同滤纸一起放在器皿上，在恒温箱中烘干（温度 200~275℃ C）。

⑦烘干后，仔细将砂粒收集起来，在天平上称重，并根据下式计算出含泥量：

$$Q = \frac{G - G_1}{G} \times 100 = (50 - G_1) \times 2$$

式中：Q — 含泥量（%）；

G — 称取的原砂试样重量（50 克）；

G₁ — 洗涤烘干后试料重量（克）。

3. 测定原砂的粒度

（1）实验原理

原砂的粒度是指砂粒的大小，不同颗粒大小的比例，砂粒的均匀程度。

原砂粒度的测定采用筛分法。

（2）实验步骤：

①将经过冲洗后测定含泥量的试样放在标准筛的最上面，盖子盖

好后放在筛砂机上。

②开动马达，筛分 10 分钟后，关闭电源，取下筛子，将每一个筛子上的砂子分别到在盘中，并且将网眼中的砂粒也用毛刷刷下。

③用天平称量每个筛子上砂粒的重量（准确度为 0.1 克），并将重量乘 2，所得结果即为该号筛上的砂粒占试样总重量的百分数。

④用砂粒最集中的三个相邻筛子的头尾筛号数表示出原砂的颗粒组成。

注意：筛子使用前先要检查每个筛子的筛号，检查排列顺序是否正确，完全排列正确后方能筛分。

4. 圆砂颗粒形状的观测

（1）实验原理

原砂颗粒形状分为：圆形砂、多角形砂和尖角形砂。

圆形砂：颗粒为圆形或接近于圆形，表面光洁，没有突出的棱角，这种砂用符号“○”表示。

多角形砂：颗粒呈多角形，且多为钝角。以符号“□”表示。

尖角形砂：颗粒呈尖角形，且多为锐角。以符号“△”表示。

（2）实验步骤

将洗净的原砂的主要部分（相邻三筛的砂子）均匀混合，取少量放在放大倍数低于 60 倍的显微镜下进行观察，以主要的一种表示。如果有两种颗粒形状，则只要一种不超过 1/3，则仍以主要颗粒表示，如果两种都超过 1/3，则用两种符号表示。

观察结果评定颗粒形状是圆形、多角形还是尖角形，以符号表示

之。表面状况包括砂粒的颜色、透明度、有无裂纹、粗糙程度和有没有其他杂物等。

（二）型砂性能测试

1. 测定型砂的透气性，湿压强度

（1）实验原理

标准工艺试样的制作：测定造型材料的透气性及强度时，应采用标准工艺试样，各种标准工艺试样的尺寸规格如表 1 所示。

表 1 型砂试样规格

试样名称	试样形状	试样尺寸（mm）
抗压、抗剪、抗裂	圆柱形	$\Phi 50=0.2 \times 50 \pm 0.1$
抗拉	8 字形	中截面 25×25
抗弯	方柱形	25×25×166.7

（2）实验步骤：

① 在混砂机上混碾不同水分加入量和活化膨润土的湿型砂，每碾为 2 公斤，碾好后放入塑料袋中盖好，准备试验。型砂配方如表 2。

② 用天平称取约 170 克型砂倒入冲样筒中，在冲样机上击三下，制成标准试样。

表 2 测透气性及湿压强度的型砂的配方

样号	原砂 百分含量	原砂 重量	膨润土 百分含量	膨润土 重量	水 百分含量	水 重量	NaCO ₃ 重量
1	94%	1880g	6%	120g	0.75%	15g	
2	94%	1880g	6%	120g	1.5%	30g	
3	94%	1880g	6%	120g	2.5%	50g	
4	94%	1880g	6%	120g	3.5%	70g	

5	94%	1880g	6%	120g	7.5%	150g	
6	94%	1880g	6%	120g	7.5%	150g	4.8g

③ 将标准试样连同冲样筒一起倒扣在透气率测定仪的实验座上，测出透气率，并记下数值。

④ 将标准砂样用顶柱从冲样筒中顶出，放于万能强度实验机上。测出它的湿压强度并记下数值（单位 ka/cm^2 ），每种型砂做三个标准试样，对所测数据取平均值。

⑤ 将所测数据列表填好，并根据表上的平均值分别绘出水分不同的加入量与湿强度和透气性的关系曲线。

2. 测定型砂的紧实率

（1）实验原理

型砂紧实率是指型砂在被紧实前后的体积变化就绪。型砂被紧实前松态密度越小，紧实后的体积减小越多，则紧实率越高。

（2）实验步骤：

将型砂通过筛孔直径为 4.8~6.4 毫米的筛子松散地装入试样筒中，刮去顶端多余的型砂，用筛击制样机打三个，然后测量出打下的深度。

型砂配方如表 3 所示。

表 3 测紧实率及流动性的型砂配方

试样号	原砂	膨润土	水
1	100%	6%	0.75%

2	100%	6%	1.0%
3	100%	6%	1.5%

用下式计算紧实率：

$$K = \frac{B}{A} \times 100$$

其中：K — 紧实率（%）；

B — 紧实距离（毫米）；

A — 砂样筒高（毫米）。

按以上方法分别测出含水量不同的三种型砂的紧实率，并比较其结果。

3. 测定型砂的流动性

（1）实验原理

型砂流动性是指型砂颗粒间在自重或一定外力作用下，发生相对运动的能力，对于流动性较好的型砂。容易获得紧实度均匀的铸型，并且要获得一定的紧实度，所需要的功能比较小。

由于目前测定型砂流动性的方法没有统一，因而我们这里选择一种简单的阶梯法来测定粘土砂的流动性，并比较其结果。

（2）实验步骤：

将 120 克型砂置于试样筒中，筒内先放凸台，如图 1 示，在捶击制样机上打三下，翻转试样筒测出 A 面的硬度值来，再顶出少许，沿凸台把余砂刮去，测出 B 点的硬度，如图 1 所示：

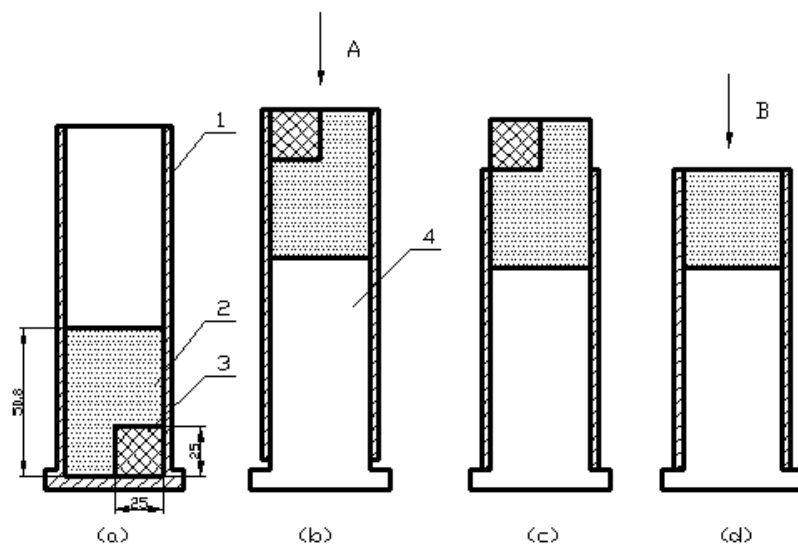


图 1 用阶梯式试样侧流动性

$$K_s = \frac{H_A}{H_B} \times 100$$

其中： K_s — 型砂流动性（%）；

H_A — A 处硬度值；

H_B — B 处硬度值。

按以上方法测定出含水量相同，加与不加机油的粘土砂的区别。

配方如下表 4 所示。

表 4 测流动性的型砂的配方

试样号	原砂	膨润土	水	机油
1	100%	6%	3%	
2	100%	6%	3%	1%

4. 测定砂型的表面硬度

(1) 实验原理

在生产中，常用型砂表面硬度来评定型砂的紧实质量。因为硬度

随紧实度的增加而增加，并且硬度检验不损坏砂型，测量方便。现在得到广泛的应用，砂型的表面硬度，用砂型硬度计测量。

目前，砂型硬度计有干型和湿型两种，共有 A、B、C、D 四种型号。我们实验所用的为 B 型硬度计。

（2）实验步骤：

将硬度计底部的平面紧压在所试验的砂型表面，然后根据小钢球压入试样的深度，直接从硬度计表盘的刻度中读出该试样或砂型的硬度值。

测定湿态试样的硬度时，应该试验三个试样，采取所得结果的算术平均值为该试样的湿态硬度值，也可以用在几个不同点所测出的结果计算其平均数。

六、思考题

- 1、原砂的牌号及表示方法。
- 2、粒形对型砂性能的影响？（紧实率、透气性、强度）为什么？
- 3、粘土砂的湿态粘结机理？
- 4、绘出水分不同加入量型砂的强度、透气性曲线，并标出最佳配方。

七、实验报告要求

实验报告的内容一般包括实验名称、班级、实验人姓名、实验时间、实验目的、实验步骤、实验数据记录及处理、结论与讨论等多项内容。实验报告一律用实验报告用纸书写。

《孔型设计》课程教学大纲

课程编号：061030330

总学时及其分配：总学时 32，授课学时 32

2. 学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院、材料加工工程系

课程负责人：霍晓阳

编制日期：2016. 9. 2

一、课程简介

《孔型设计》是金属压力加工专业的一门主要专业课，适用于材料成型及控制专业本科学生学习，该课的工程实用性强，因此必须理论结合实际。学生必须掌握本课程的核心内容，孔型设计理论和工程设计。培养学生进行生产和工艺分析、设计的能力。

二、课程教学的目标

通过学习使学生掌握孔型设计的基本知识和基本理论，培养型钢孔型设计的基本技能，目的是使学生掌握压下规程制定、孔型设计、辊型设计等专业理论和设计方法。以课堂教学为中心环节掌握孔型设计的基本理论，培养学生分析问题和解决问题的能力；通过作业和工艺设计达到对孔型设计基本能力的训练，使之具备型钢孔型设计的初步能力和掌握孔型设计技术。

三、课程教学的基本内容及教学安排

1 孔型设计的基本知识（建议学时数：6 学时）

本章是孔型设计的基本知识，要求掌握孔型设计的内容与要求、孔型的分类和孔型的组成。孔型在轧辊上的配置。通过本部分的学习掌握孔型设计的基本知识，为进行孔型设计打下基础。

重点难点：重点是孔型的组成和孔型在轧辊上的配置；难点是孔型在轧辊垂直方向上的配置。

2 延伸孔型系统及其设计方法（建议学时数：8 学时）

主要讲述箱形孔型系统，菱一方孔型系统，椭圆-方孔型系统的特点和使用范围。要求能够对比的分析上述孔型系统的优缺点，并且能够在孔型设计过程合理选择延伸孔型系统。

重点难点：重点是箱型孔型系统、菱一方孔型系统，椭圆-方孔型系统的特点。

3 三辊开坯机孔型设计（建议学时数：4 学时）

本章主要介绍三辊开坯机的共轭孔型的设计方法。三辊开坯机和型钢粗轧机普遍采用共轭孔型，要求掌握共轭孔型的特点及构成，共轭孔型的配置。

重点难点：“压力”的概念，共轭孔型的配置。

4 圆钢孔型设计（建议学时数：6 学时）

本章主要讲述圆钢孔型的设计方法，圆钢成品孔型的构成，孔型系统及其设计方法。了解圆钢孔型设计的展宽系数及起选择。

重点难点：圆钢成品孔的构成。

5 工字钢孔型设计（建议学时数：3 学时）

本章要求掌握轧制工字钢的孔型系统，包括直轧孔型系统和斜轧孔型系统，工字钢孔型的设计方法及孔型构成。并且能够进行初步的设计。

6 连轧机孔型设计（建议学时数：3 学时）

要求掌握单独传动、集体传动的连轧机的孔型设计方法。

重点难点：重点是各种连轧条件下的微堆、微拉轧制的使用原则。

7 导卫装置设计（建议学时数：2 学时）

要求掌握导板、卫板的基本概念和作用。掌握导板、卫板的设计方法。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程所需的前期课程有“工程制图”、“塑性成型原理”、“金属学与热处理”、“金属力学性能”、“轧制技术”等，为学生进行生产和工艺分析、设计、制图奠定了良好基础。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

[1] 胡彬.《型钢孔型设计》冶金工业出版社，2010.8

参考书：

[1] 赵松筠.《孔型设计》，冶金工业出版社，1997.6

[2] 白光润.《型钢孔型设计》，冶金工业出版社，1995.5

六、教学方法与学习

本课程以课堂教学实践教学相结合，提高学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。教学方法上采用启发式教学，调动教与学两方面积极性，部分内容采用自修形式、讨论等形式进行。采用先进的多媒体教学系统。学生在课下需要查阅资料，设计合理的孔型系统。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试，平时成绩、考试成绩在总成绩中所占比例分别为 30% 和 70%。

课程教学大纲文本格式

《模具设计及制造》课程教学大纲

课程编号：060030900

总学时及其分配：学 时 数：32 ， 课堂教学

学分数：2

适用专业：材控专业、金属材料

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人：历长云

编制日期：2016.09.05

一、课程简介

本课程为材控专业及金属材料方向的一门专业课。通过本课程的学习，可以增加学生对本专业的学习兴趣，为走向工作岗位提供良好的理论基础。通过本课程的学习，使学生能够掌握一般常见模具的基础知识，了解不同金属成形方式的模具设计的过程与制造，同时，该课程的学习可以更好的把所学知识与前边所学内容很好的结合起来，提高了学生综合学习能力以及解决实际问题的能力。

二、课程教学的目标

通过本课程的学习，应能够比较全面地了解材料成形模具设计。模具设计及制造是一门综合性及实践性很强的一门课程，通过该课程的学习，学生可以把材料相关知识，机械加工相关知识以及模具设计相关知识综合起来，由于该课程实践性很强，内容也不断更新，应根据实际情况进行相关的教学，提高学生设计能力。

通过本课程的学习，学生主要达到以下几个方面的要求：

- (5) 对于不同的产品，能读懂产品零件图。
- (6) 能根据所学知识判断零件制备方法及其制备该零件的模具。
- (7) 能较熟练的画出模具总装图、模具零件图
- (8) 对模具零件的加工制造有一定的掌握。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲授与模具相关的基础知识，包括铸造金属型模具设计与制造，压铸型模具设计与制造，挤压、拉拔模具设计与制造，塑料模具设计与制造等内容，本课程的重点是模具基础知识及不同成形模具设计基础。

第一章 模具基础知识（2 学时）

知识要点：模具及其分类，包括模具的用途，模具的组成，模具的成形特点等，此外要了解模具的制造特点及模具的生产过程，其中主要理解模具设计，工艺规程的制定等，最后了解目前模具生产的发展趋势。

目标要求：了解模具的用途，模具的类型，熟悉掌握模具的组成，了解模具的制造特点，生产过程以及发展趋势，同时了解目前模具技术水平的评估原则以及提高模具技术水平的措施。

采用课堂教学，2 学时。

第二章 铸造金属型设计（4 学时）

知识要点：铸造成形是金属成形中比较重要和普遍的成形方式，为提高生产效率，铸造

精度，有必要进行金属型模具的设计，了解铸造工艺学以及模具设计内容，包括铸件结构分析，浇注位置选择，分型面选择，浇冒口设计等，熟悉模具型腔，型芯尺寸计算，了解金属型材料的选择。

目标要求：了解金属型铸件的工艺分析，铸件浇口冒口的设计，金属型型体的设计以及排气，掌握模具设计中定位，导向机构，锁紧机构，顶出装置，加热冷却系统设计以及金属型材料的选择。

采用课堂教学，4 学时。

第三章 压铸型设计（8 学时）

知识要点：压铸型是生产压铸件的重要工艺装备，压铸型的设计水平直接关系到压铸生产能否顺利进行以及压铸件的质量、生产效率和压铸件的成本。进行压铸模设计首先要了解压铸型结构，知道其设计原则，熟悉成形零件设计，抽芯推出机构设计以及掌握浇注系统及排溢系统的设计和压铸型的冷却。

目标要求：了解压铸型结构及设计基本原则；理解设计步骤及主要内容，分型面选择，成形零件设计，浇注及排溢系统设计以及压铸型材料的选择。

采用课堂教学，8 学时。

第四章 挤压模具设计基础（4 学时）

知识要点：了解挤压成形工艺，挤压模具工作条件，掌握挤压模具种类，组装方式，熟悉模具设计中模角选择，模孔尺寸计算以及工作带长度选择，根据实际进行模具外形尺寸计算。对于棒材模具设计，掌握模孔数目的确定，模孔位置的排列，模孔尺寸的确定以及工作带尺寸的计算，最后要了解棒材模的强度校核。

目标要求：通过本章学习使学生了解挤压模具设计的基本要素，熟悉棒材模具设计过程。

采用课堂教学，4 学时。

第五章 型材挤压模具设计（4 学时）

知识内容：主要介绍普通型材模具设计中单孔挤压模的模孔配置，多孔挤压型材的模孔布置，以及如何减少金属流动不均匀性的措施，掌握型材模孔几何尺寸的确定，对型材模具要进行强度校核。对于舌形模设计中，了解其工作特点，结构类型，熟悉分流组合模，平面叉架模，宽展模及导流模设计内容。

目标要求：了解普通型材模具设计思路，基本掌握舌形模，分流组合模，平面叉架模，宽展模及导流模的设计理念及内容。

采用课堂教学，4 学时。

第六章 拉拔模具设计（4 学时）

知识内容：包括棒材，线材拉拔模具设计，管材型材拉拔模具设计，区别型材拉拔与挤压的不同。

目标要求：熟悉掌握棒材线材拉拔设计中模孔结构形状和尺寸设计，模子外形尺寸设计，掌握管材和型材拉拔设计中整径模设计，芯头设计过程。

采用课堂教学，4 学时。

第八章 塑料模具结构与设计（6 学时）

知识内容：熟悉塑料模具的分类，设计步骤，通过对该章的学习，熟悉简单的塑料模的设计内容。熟悉塑料模具工作原理，设计理念，顶出装置设计，冷却系统设计，抽芯机构的设计等。

具备进行中等复杂塑料零件的塑料工艺设计及编制的能力。

目标要求：掌握塑料模概念，塑料模具的分类，了解塑料成形特点，熟悉各种抽芯机构，了解顶出装置设计过程，了解冷却装置设计内容。

采用课堂教学，6 学时。

七、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是对前期课程如锻造工艺学，铸造工艺学，冲压工艺学、塑性成形原理、等课程的延续，同时通过该课程学习，可以很好的把前期课程的学习综合起来。该课程的重点在于材料不同成形工艺中其模具的设计与生产，包括金属型铸造模具，压铸模具，冲压模具，拉拔模具的设计过程与内容。

八、建议使用教材与教学参考书

教 材：

[1] 张国志 赵宪明等主编. 材料成形模具设计. 东北大学出版社

参 考 书：

[1] 丁松聚主编. 冷冲模设计. 机械工业出版社

[2] 肖景荣主编. 模具计算机辅助设计与制造. 国防工业出版社

[3] 吕炎主编. 锻压成形理论与工艺. 机械工业出版社

九、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

本课程教学方法以课堂教学为主，以目前实际生产中的产品为案例进行细化讲解，让同学们对所学知识有感性认知，便于理论联系实际，重点在于对模具图的识图能力的培养，难点在于理论知识的实际应用。

七、课程考核及成绩评定方式

课程考核方式包括平时成绩（30%）+期末成绩（70%），平时成绩主要包括课堂出勤情况，课堂作业质量及课后作业完成情况综合考核。

《金属塑性成形过程数值模拟》课程教学大纲

课程编号：061030680

总学时及其分配：总学时 32=理论 16+上机实验 16

学分数：2

适用专业：锻压

任课学院、系部：材料学院 材料成型及控制工程系

课程负责人：冀国良

编制日期：2016-11-18

一、课程简介

《金属塑性成形过程数值模拟》是材料成型与控制专业锻造方向的一门专业技术课。目前金属塑性成形数值模拟技术发展成熟、应用广泛，是求解复杂塑性工艺问题的有力工具。本课程主要介绍有限元方法的基本概念、基本原理、基本方法，阐述有限元软件建模、网格划分、算法选择、参数设定、材料模型输入、结果分析等知识、方法及技巧，培养学生利用数值模拟技术解决实际工艺问题的能力。

二、课程教学的目标

掌握连续体弹性有限元的变分原理；掌握平面三角形单元和整体刚度矩阵集成方法；了解轴对称问题单元和空间问题单元的构造；掌握刚塑性材料的变分原理及其求解公式；了解刚塑性有限元分析的关键技术问题的处理方法；熟悉 Deform3D 软件的工作界面和操作流程，能够对简单塑性成型工艺进行有限元分析，并能够分析变形过程中各物理场量的分布和变化规律。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论

1.1 有限单元法发展历史；1.2 材料成型方法及数值模拟；1.3 塑性成形软件简介。

课堂教学：2 学时。

第二章 弹性力学基本方程与变分原理

2.1 弹性力学基本方程；2.2 变分原理与加权余量法。

课堂教学：2 学时。

第三章 连续体问题有限元法

3.1 连续体问题的离散化；3.2 平面三角形单元；3.3 整体刚度矩阵的集成及边界条件的处理；3.4 平面四边形单元；3.5 位移函数构造与收敛性准则；3.6 轴对称问题及单元构

造；3.7 空间问题构造。

课堂教学：4 学时。

第四章 等参单元

4.1 等参元的概念及单元矩阵的构造；4.2 等参变换；4.3 数值积分。

课堂教学：2 学时。

第五章 刚塑性有限元

5.1 塑性力学基本方程；5.2 刚塑性材料的变分原理；5.3 塑性有限元求解的基本公式。

课堂教学：4 学时。

第六章 体积成型数值模拟

6.1 刚塑性有限元求解的若干关键技术；6.2 Deform3D 软件介绍；6.3 锻造工艺数值模拟。

课堂教学：2 学时。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

开设本课程前的先修课程：塑性成形原理，材料力学，锻造工艺学，冲压工艺学。

五、建议使用教材与教学参考书

[1] 王金彦，董万鹏，龚红英，编著，《有限元法与塑性成形数值模拟技术》，化学工业出版社，2015

[2] 谢水生，李雷，编著，《金属塑性成形的有限元数值模拟技术及应用》，科学出版社，2008

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

阐明弹性问题变分原理及刚塑性变分原理丰富深刻的物理意义；阐明三角形单元刚度方程的推导过程、刚度矩阵集成方法；理解等参元变换思想及变换矩阵；了解刚塑性有限元求解的若干关键技术。

七、课程考核及成绩评定方式

1. 课程考核内容

(1) 弹性力学基本方程；变分原理与加权余量法。

(2) 平面三角形单元；整体刚度矩阵的集成及边界条件的处理；平面四边形单元；位移函数构造与收敛性准则。

(3) 等参元的概念及单元矩阵的构造；等参变换。

(4) 塑性力学基本方程；刚塑性材料的变分原理；塑性有限元求解的基本公式。

(5) 刚塑性有限元求解的若干关键技术。

2. 成绩评定方式

闭卷考试，试题形式有填空题、简答题、综合题，其中卷面成绩占最后总成绩的 60%，

上机成绩占 40%。

《焊接检验》课程教学大纲

课程编号：061030660

总学时及其分配：总学时：16 学时（授课）

学分数：1

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人：杨文朋

编制日期：2016 年 11 月

一、课程简介

焊接检验是材料成型与控制专业的一门专业技术选修课，系统介绍无损检测的五种常规方法、破坏性检测和四种现代新技术及其在石油工业中的应用。

二、课程教学的目标

将对焊接检测与评价的学科体系、现状与发展等方面有比较全面的了解，对超声、射线等无损检测与评价方法有比较深入的认识，为从事无损检测与评价的研究与实践打下较坚实的基础。学生掌握焊接检测技术的原理、方法、设备及其实际应用，并了解如何进行这方面的开发和研究工作。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 焊接检测概论（1 学时）

了解无损检测技术的特点、意义及其发展方向。

第 2 章 超声检测（4 学时）

掌握超声检测原理和方法，了解超声检测设备性能及超声检测应用。

重点：超声检测原理和方法。

难点：超声检测原理（超声的产生、传播和接收）。

第3章 射线检测（3学时）

介绍射线的性质、获得方法及对物质的作用、射线探伤方法原理、X射线照相技术要求与程序、底片上缺陷的辨认、射线探伤质量标准及质量评定、射线的安全防护等。

第4章 渗透检测（2学时）

理解渗透检测原理、装置、方法和步骤，了解渗透检测的应用及渗透显示的解释和缺陷评定。

重点：渗透检测的原理和方法。

第5章 磁粉检测（2学时）

掌握磁粉检测原理、装置、方法和步骤，了解磁粉检测的应用，了解磁粉显示的解释和缺陷评定。

重点：磁粉检测的原理和方法。

第6章 涡流检测（2学时）

掌握涡流检测原理和方法，了解涡流检测仪器的应用和缺陷解释。

重点：涡流检测的基本原理和方法。

难点：涡流检测的基本原理及缺陷解释。

第7章 激光全息照相检测（0.5学时）

明确激光全息照相的基本原理及激光全息照相检测方法；了解激光全息照相检测的设备及应用。

重点：激光全息照相检测的基本原理和方法。

难点：激光全息照相（全息图的记录和显示）检测的基本原理。

第8章 声发射检测（0.5学时）

明确声发射检测原理和方法，了解声发射设备及其应用。

重点：声发射检测的基本原理和方法。

难点：声发射检测的基本原理。

第9章 红外检测 （0.5学时）

明确红外检测原理和方法，了解红外检测设备及其应用。

重点：红外检测的基本原理和方法。

难点：红外检测的基本原理。

第10章 微波检测 （0.5学时）

明确微波检测原理和方法，了解微波检测设备及其应用。

重点：微波检测的基本原理和方法。

难点：微波探伤方法。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程为专业选修课，是在《铸件形成理论》、《塑性成型原理》和《焊接工程基础》课程之后讲授。

本课程学完之后，学生对培养材料加工与成型过程中的零件缺陷的基本检测方法有基本的了解。

五、建议使用教材与教学参考书

（一）教材：

《焊接检验》 李雪荣， 机械工业出版社，2007

（二）参考书：

- 1.《无损检测及其在石油工业中的应用》马德岩，成都科技大学出版社，1993
- 2.《无损检测技术及其应用》张俊哲，浙江大学出版社，1997
- 3.《无损检测概论》戴端松译，中国科学出版社，1997
- 4.《无损检测学》[日]石井勇五郎著 机械工业出版社，1997
- 5.《无损检测诊断现场实用技术》王仲生，机械工业出版社，2002

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

教学方法：焊接检验包括检验方法和检验标准，检验方法较多，

包括射线照相法、超声波检测法、磁粉检测、渗透检测、涡流检测、声发射检测、红外检测、微波检测、目视检测、激光全息等。教学方法上突出重点,解决难点,以课堂讲解为主,主要介绍讲解超声波检测、射线照相法、磁粉检测、渗透检测、涡流检测。讲解分为两个部分,第一部分为理论讲解,第二部分结合实际生产情况,利用第一部分讲解的理论进行分析。最后通过检验标准进行评定。

七、课程考核及成绩评定方式

期末总成绩=70%期末测试成绩+30%平时成绩(出勤+作业)

《焊接结构》课程教学大纲

课程编号: 060030140

总学时及其分配: 总学时 32 授课 28 实验 4

学分数: 2

适用专业: 材料成型与控制

任课学院、系部: 材料科学与工程学院

课程负责人: 陈思杰

编制日期: 2016.6

一、课程简介

《焊接结构》将焊接应力和变形对焊接结构的影响、焊接接头和结构的脆性断裂及疲劳断裂的基本规律及物理现象的本质结合在一起,反映出各种焊接结构的特殊性,是“材料成型与控制工程”专业的专业课。本课程的任务是阐述材料焊接过程中焊接应力变成的普遍规律,揭示焊接应力及焊接变形对焊接结构的影响,总结出防止焊接变形的措施。

二、课程教学的目标

本课程运用所学过的基础课(数学、物理),技术基础课(物理化学、工程力学、金属学及热处理)及专业基础课(材料成型工艺及设备)的理论知识、研究焊接过程中焊接应力变成的现象和本质,为

今后工程中的实际应用打下的理论基础。本课程的任务是阐述材料焊接过程中焊接应力变成的普遍规律,揭示焊接应力及焊接变形对焊接结构的影响,总结出防止焊接变形的措施。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一章 绪论、焊接热过程 4 课时

要求掌握焊接热源的形式、特点及计算方法。

第二章 焊接应力与变形 6 课时

要求掌握焊接应力产生的原因、种类、防止措施及测定方法。

第三章 焊接接头 6 课时

要求掌握焊接接头的一般性能、应力分布状态及其对工作性能的影响、接头静载强度计算和常用焊缝代号。

第四章 焊接结构的脆性断裂 6 课时

包括焊接结构的脆性断裂能量理论、焊接结构的特点对脆断的影响及预防措施。

要求掌握金属材料脆断的影响因素、断裂的形态特征、止裂的方法及措施。

第五章 结构的疲劳强度 4 课时

要求掌握疲劳断裂的过程、断口特征、影响疲劳强度的因素及措施措施。

第六章 机器焊接结构 2 课时

要求掌握焊接结构的工艺性和经济性及常见焊接结构的焊接要求。

实验教学环节 4 课时

实验一：焊接变形演示实验 2 课时

实验二：焊接残余应力的测量 2 课时

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是焊接专业方向的一门选修课，先修课程是《材料学基础》、《物理化学》、《热加工工艺基础》、《焊接冶金原理》、《焊接方法与设备》、《材料焊接性》、《弧焊电源》等。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

《焊接结构学》方洪渊，机械工业出版社

《焊接工程基础》熊腊森，机械工业出版社

六、教学方法与学习建议

本课程运用所学过的基础课（数学、物理），技术基础课（物理化学、工程力学、金属学及热处理）及专业基础课（材料成型工艺及设备）的理论知识、研究焊接过程中焊接应力变成的现象和本质，为今后工程中的实际应用打下的理论基础。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试；成绩评定期末卷面成绩所占比例 70%；平时成绩 30%。

《焊接结构》课程实验大纲

课程编号：060030140

总学时及其分配：总学时 32 授课 28 实验 4

学分数：2

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院

课程负责人：陈思杰

编制日期：2016.6

一、课程简介

《焊接结构》将焊接应力和变形对焊接结构的影响、焊接接头和结构的脆性断裂及疲劳断裂的基本规律及物理现象的本质结合在一起，反映出各种焊接结构的特殊性，是“材料成型与控制工程”专业的专业课。本课程的任务是阐述材料焊接过程中焊接应力变成的普遍规律，揭示焊接应力及焊接变形对焊接结构的影响，总结出防止焊接变形的措施。

二、实验教学目的和基本要求

熟悉和掌握焊接变行动态过程的研究方法。通过焊接变形动态过程的研究，了解焊接变形的机理。了解和掌握焊接残余变形的测量方法及其测试技术。通过实验加深对焊接残余变形的分布规律及其影响因素的认识。掌握应力释放法测量焊接残余应力的测量方法和测量技术；通过实验加深对焊接残余应力的分布规律及其影响因素的认识。

三、实验项目设置

序号	实验项目名称	实验内容	学时	实验类别	实验类型	每组人数	必做/选做	已开/未开	说明	承担实验室名称
1	焊接变形演示实验	对试样进行加热，测量试样的变形	2	演示		7	选做			焊接实验室

2	焊 接 残 余 应 力 的 测 量	利用小孔法测量残余应力的方法	2	演示		7	选做			焊接实验 室
3										
4										
5										

四、考核方式

实验报告考核

五、实验教材与参考书

《焊接结构学》方洪渊，机械工业出版社

《焊接工程基础》熊腊森，机械工业出版社

《压力焊与钎焊》课程教学大纲

课程编号：061030190

总学时及其分配：总学时 16，理论学时 16，实验学时 0。

学分数：1

适用专业：材料成型及控制工程焊接方向

任课学院、系部：材料科学与工程学院，材料成型及控制工程系

课程负责人：高增

编制日期：2016 年 11 月 16 日

一、课程简介

《压力焊与钎焊》是高等院校材料成型及控制（焊接方向）的选修专业课之一，主要讨论三大焊接技术中除熔焊外的另外两种技术，

理论性与实践性结合较强，学生应在完成有关基础课和专用基础课的基础上进行本课程的学习。

二、课程教学的目标

本课程的目的是使学生了解压力焊、钎焊的基本原理和应用情况，掌握电阻焊的电热原理、接头形成过程与钎焊接头形成的基本理论，能够根据工程实践中不同的工艺条件正确地选择焊接方法及制定相应的焊接规范。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第一部分 压力焊

第一章 点 焊 (2 学时)

掌握电阻焊的热源及其特点；理解点焊时的电阻及对焊时的电阻及加热原理。理解点焊过程；掌握点焊规范参数及其相互关系；了解点焊时的分流方法与意义、常用金属材料的点焊特点。

第二章 凸 焊 (2 学时)

掌握凸焊接头的形成过程，凸焊的工艺特点和凸焊工艺参数的选择；了解常用金属材料的凸焊特点。

第三章 缝 焊 (2 学时)

掌握焊接过程特点及规范参数的选择；了解常用金属材料的缝焊特点

第四章 对 焊 (2 学时)

理解电阻对焊、闪光对焊的特点及原理；了解常用金属材料的对焊特点

第二部分 钎焊

第一章 绪论 第二章 钎焊原理 (3 学时)

掌握钎料的润湿与铺展过程、钎料的毛细流动原理；理解液态钎料与母材的相互作用；了解钎料润湿性的评定标准、影响钎料润湿性的因素

第三章 钎焊方法及设备 (1 学时)

理解火焰钎焊、感应钎焊、电阻钎焊、浸沾钎焊、炉中钎焊等原理与特点，了解各类钎焊方法的优缺点及适用范围

第四章 钎料 (1 学时)

理解钎料的基本要求；了解钎料的分类、编号方法及常用的钎料特点

第五章 钎剂 (1 学时)

理解钎剂的基本概念与要求；了解钎剂的分类、编号方法及常用的钎剂特点

第六章 钎焊接头的设计及钎焊工艺 (1 学时)

了解钎焊接头的设计原理及生产过程

第十一章 钎焊缺陷及检验 (1 学时)

了解钎焊接头中常见的缺陷类型及防止措施，了解钎焊接头的破坏性检验与无损检验方法

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程的先修课程为《物理化学》、《金属工艺学》、《焊接冶金学》等基础课和专业基础课。

五、建议使用教材与教学参考书

压焊方法及设备. 赵熹华主编. 机械工业出版社出版.

钎焊. 朱艳主编. 哈尔滨工业大学出版社出版.

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

1. 本课程以课堂讲授为主，注重理论联系实际。各章中平行的内容可安排学生自学，以提高学生独立思考和解决问题的能力。每六学时进行一次答疑课，及时解答学生学习过程中的疑难问题；

2. 在教学中，每次课后通过习题的布置，使学生深入理解基本原理及概念，提高分析和解决问题的能力。

七、课程考核及成绩评定方式

本课程的考核采用平时表现和闭卷考试相结合的方式，考试内容着重对知识的理解和应用，尽量避免死记硬背。

《特种连接技术》课程教学大纲

课程编号：061030840

总学时及其分配：总学时 16 授课 16

学分数：1

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院

课程负责人：陈思杰

编制日期：2016.6

一、课程简介

《特种连接技术》是材料成形及控制工程专业教学体系中一门重要的专业课。本课程以培养学生的科研能力为出发点，对特种连接方法(如电子束焊、激光焊、等离子弧焊、扩散连接、摩擦焊和超声波焊等)的基本原理、特点及应用等作了系统的阐述，力求突出科学性、先进性和新颖性等特色。课程内容反映出近年来特种连接技术的发展，特别是一些高新技术的发展，有助于扩大学生的视野，增强学生分析和解决问题的思路。

二、课程教学的目标

本课程的目的是从工程应用的角度培养学生掌握金属特种焊接技术，掌握特种焊接技术的原理、方法和应用。通过本课程的学习，应能够比较全面地了解金属材料特种焊接的工艺及技术。

三、课程教学的基本内容及教学安排

本课程主要讲授特种连接方法(如电子束焊、激光焊、等离子弧焊、扩散连接、摩擦焊和超声波焊等)的基本原理、特点及应用，以下分章阐述。

第1章 概述 (1学时)

知识要点及目标要求：

了解特种连接方法的分类及发展；了解特种连接技术的适用范围；掌握选择焊接方法应考虑的因素，了解特种连接方法的应用领域。

第2章 电子束焊 (2学时)

知识要点及目标要求：

掌握电子束焊的特点、原理、分类及应用；了解电子束焊的设备、电子束焊机的分类、电子束焊机的组成；

掌握电子束焊的焊接工艺，包括电子束焊的工艺特点、焊前准备及接头设计、电子束焊的焊接参数、电子束焊焊缝的形成；

了解不同材料(钢铁材料、有色金属、金属间化合物、异种材料、高温合金)的电子束焊；了解电子束焊的安全防护。

第3章 激光焊 (2学时)

知识要点及目标要求：

掌握激光焊的原理、分类、特点及应用；

掌握激光焊设备及工艺，包括激光焊设备的组成、材料的激光焊接性、激光焊接工艺及参数、激光焊接复合技术；

掌握典型材料的激光焊，如钢的激光焊、有色金属的激光焊、异

种材料的激光焊；了解激光安全与防护。

第4章 等离子弧焊 （2学时）

知识要点及目标要求：

掌握等离子弧的形成原理及特点，等离子弧的特性以及等离子弧焊的适用范围；

掌握等离子弧焊的分类及设备组成；掌握等离子弧焊焊接工艺，如接头形式及装配要求、等离子弧焊的焊接参数及技术要点、强流等离子弧焊的工艺特点、微束等离子弧焊的工艺特点、脉冲等离子弧焊的工艺特点以及等离子弧焊的稳定性及缺陷防止；掌握等离子弧焊的应用，如铝及铝合金、钛及钛合金的等离子弧焊和薄壁管的微束等离子弧焊。

第5章 扩散连接 （2学时）

知识要点及目标要求：

掌握扩散连接的分类及特点；掌握扩散连接原理及扩散机制；

熟悉扩散连接的设备与工艺，扩散连接设备的组成，表面处理及中间层材料，扩散连接的焊接参数和扩散连接接头的质量检验；了解固相扩散连接的局限性及改进，如瞬间（过渡）液相扩散连接（TLP）以及超塑性成形扩散连接（SPF/DB）；了解扩散连接的应用，包括同种材料的扩散连接、异种材料的扩散连接以及陶瓷与金属的扩散连接。

第6章 摩擦焊 （2学时）

知识要点及目标要求：

掌握传统摩擦焊的特点、分类及原理；了解传统摩擦焊设备及工艺，传统摩擦焊设备的组成，材料的摩擦焊接性，传统摩擦焊的工艺及参数，传统摩擦焊接头质量控制；了解搅拌摩擦焊原理、设备及工艺。

第7章 超声波焊 （2学时）

知识要点及目标要求：

掌握超声波焊原理、分类、特点及应用；熟悉超声波焊接设备及工艺；了解不同材料（金属材料、塑料、异种材料）的超声波焊。

第8章 冷压焊 （2学时）

知识要点及目标要求：

掌握冷压焊原理、分类及特点；熟悉冷压焊设备及工艺；了解冷压焊的应用。

第9章 爆炸焊 （1学时）

知识要点及目标要求：

了解爆炸焊的原理、分类、特点及爆炸焊的应用范围；了解爆炸焊工艺及参数；了解爆炸焊质量检验及安全防护。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程是焊接专业方向的一门选修课，先修课程是《材料学基础》、《物理化学》、《热加工工艺基础》、《焊接冶金原理》、《焊接方法与设备》、《材料焊接性》、《弧焊电源》等。

五、建议使用教材与教学参考书

教 材：

1. 李亚江主编.《特种连接技术》.北京：机械工业出版社，2007
2. 张柯柯主编.《特种先进连接方法》.哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2007

六、教学方法与学习建议

随着新型材料的不断出现和对焊接结构性能要求的不断提高，课程内容也在不断地变化中，在教学过程中应布置适量的思考题，以培养学生的主动思考问题的能力和对本课程的兴趣，同时提高学生的研

究能力。

七、课程考核及成绩评定方式

闭卷考试；成绩评定期末卷面成绩所占比例 70%;平时成绩 30%。

《无损检测》课程教学大纲

课程编号：061030810

总学时及其分配：总学时：16 学时（授课）

学分数：1

适用专业：材料成型与控制

任课学院、系部：材料科学与工程学院材料加工系

课程负责人：杨文朋

编制日期：2016 年 11 月

一、课程简介

无损检测是材料成型与控制专业的一门专业技术选修课，系统介绍无损检测的五种常规方法和现代新技术基础理论和应用。

二、课程教学的目标

学生掌握无损检测技术的原理、方法、设备及其实际应用，并了解如何进行这方面的开发和研究工作。将对无损检测与评价的学科体系、现状与发展等方面有比较全面的了解，对超声、射线等无损检测与评价方法有比较深入的认识，为从事无损检测与评价的研究与实践打下 LC 较坚实的基础。

三、课程教学的基本内容及教学安排

第 1 章 无损检测概论（1 学时）

了解无损检测技术的特点、意义及其发展方向。

第 2 章 超声检测（4 学时）

掌握超声检测原理和方法，了解超声检测设备性能及超声检测应用。

重点：超声检测原理和方法。

难点：超声检测原理（超声的产生、传播和接收）。

第3章 射线检测（3学时）

介绍射线的性质、获得方法及对物质的作用、射线探伤方法原理、X射线照相技术要求与程序、底片上缺陷的辨认、射线探伤质量标准及质量评定、射线的安全防护等。

第4章 渗透检测（2学时）

理解渗透检测原理、装置、方法和步骤，了解渗透检测的应用及渗透显示的解釋和缺陷评定。

重点：渗透检测的原理和方法。

第5章 磁粉检测（2学时）

掌握磁粉检测原理、装置、方法和步骤，了解磁粉检测的应用，了解磁粉显示的解釋和缺陷评定。

重点：磁粉检测的原理和方法。

第6章 涡流检测（2学时）

掌握涡流检测原理和方法，了解涡流检测仪器的应用和缺陷解釋。

重点：涡流检测的基本原理和方法。

难点：涡流检测的基本原理及缺陷解釋。

第7章 激光全息照相检测（0.5）

明确激光全息照相的基本原理及激光全息照相检测方法；了解激光全息照相检测的设备及应用。

重点：激光全息照相检测的基本原理和方法。

难点：激光全息照相（全息图的记录和显示）检测的基本原理。

第8章 声发射检测（0.5）

明确声发射检测原理和方法，了解声发射设备及其应用。

重点：声发射检测的基本原理和方法。

难点：声发射检测的基本原理。

第9章 红外检测 （0.5学时）

明确红外检测原理和方法，了解红外检测设备及其应用。

重点：红外检测的基本原理和方法。

难点：红外检测的基本原理。

第10章 微波检测 （0.5）

明确微波检测原理和方法，了解微波检测设备及其应用。

重点：微波检测的基本原理和方法。

难点：微波探伤方法。

四、本课程与其他课程的联系（先修后续关系）

本课程为专业选修课，是在《铸件形成理论》、《塑性成型原理》和《焊接工程基础》课程之后讲授。

本课程学完之后，学生对培养材料加工与成型过程中的零件缺陷的基本检测方法有基本的了解。

五、建议使用教材与教学参考书

（一）教 材：

《现代无损检测与评价》李国华、吴淼，化学工业出版社，2009

（二）参考书：

1. 《无损检测及其在石油工业中的应用》马德岩，成都科技大学出版社，1993
2. 《无损检测技术及其应用》张俊哲，浙江大学出版社，1997
3. 《无损检测概论》戴端松译，中国科学出版社，1997
4. 《无损检测学》[日]石井勇五郎著 机械工业出版社，1997
5. 《无损检测诊断现场实用技术》王仲生，机械工业出版社，2002

6. 《无损检测》 邵泽波，化学工业出版社，2014

六、教学方法与学习建议（重点、难点及后续自主学习建议）

教学方法：现在检测方法较多，包括射线照相法、超声波检测法、磁粉检测、渗透检测、涡流检测、声发射检测、红外检测、微波检测、目视检测、激光全息等。教学方法上突出重点，解决难点，以课堂讲解为主，主要介绍讲解超声波检测、射线照相法、磁粉检测、渗透检测、涡流检测。讲解分为两个部分，第一部分为理论讲解，第二部分结合实际生产情况，利用第一部分讲解的理论进行分析。

七、课程考核及成绩评定方式

期末总成绩=70%期末测试成绩+30%平时成绩（出勤+作业）