上海交通大学研究生专业课程信息收集表

Information Form for SJTU Graduate Profession Courses

<table>
<tr><th colspan="6">课程基本信息 Basic Information</th></tr>
<tr><td>*课程名称
Course Name</td><td colspan="5">（中文 Chinese）金属凝固原理
（英文 English）FUNDAMENTALS OF SOLIDIFICATION</td></tr>
<tr><td>*学分
Credits</td><td>3</td><td>*学时
Teaching Hours</td><td colspan="3">48（1 学分=16 课时）</td></tr>
<tr><td>*开课学期
Semester</td><td>春季学期 Spring</td><td>*是否跨学期
Cross-semester?</td><td>否 No</td><td colspan="2">跨 Spanning over 个学期
Semesters（含夏季学期）。</td></tr>
<tr><td>*课程类型
Course Type</td><td>专业前沿课 Program Frontier Course</td><td>*课程分类
Course Type</td><td colspan="3">全日制课程 For full-time students</td></tr>
<tr><td>*课程性质
Course Category</td><td>专业课 Specialized Course</td><td>课程层次
Targeting Students</td><td colspan="3">硕博共用 All graduates</td></tr>
<tr><td>*授课语言
Instruction Language</td><td>英文 English</td><td>主要授课方式
Teaching Method</td><td colspan="3">课堂教学 In class teaching</td></tr>
<tr><td>*成绩类型
Grade</td><td>等第制 Letter grading</td><td>主要考核方式
Exam Method</td><td colspan="3">论文 Essay</td></tr>
<tr><td>*开课院系
School</td><td colspan="5">材料科学与工程学院</td></tr>
<tr><td>所属学科
Subject</td><td colspan="5">材料加工</td></tr>
<tr><td rowspan="2">负责教师
Person in charge</td><td>姓名 Name</td><td>工号 ID</td><td>单位 School</td><td colspan="2">联系方式 E-mail</td></tr>
<tr><td>张佼</td><td></td><td>材料学院</td><td colspan="2">Zj119@sjtu.edu.cn</td></tr>
<tr><th colspan="6">课程扩展信息 Extended Information</th></tr>
<tr><td>*课程简介
(中文)
Course Description</td><td colspan="5">（分段概述课程定位、教学目标、主要教学内容、先修课程等；不少于 200 字。）
主要讲述凝固过程涉及的基本概念和基本原理，其中主要包括熔体结构，溶质扩散，凝固微观组织等，还包括这些基本原理的基本应用。

课程目的：
本课程介绍现代材料科学与工程，它的核心主题是材料性能，微观结构，加工历史和性能是如何相互关联的。 我们将重点讲述对熔体 - 微观结构 - 性质之间的关系的了解，这些关系非常重要。材料性能受凝固过程影响很大，微观结构受加工和成分的影响。希望选课者能够理解晶体结构，熔体结构，缺陷形成机理，液/固界面处的扩散，相图等各种基本概念，并学习如何将这些概念应用于主要材料凝固过程的研究。</td></tr>
<tr><td>*课程简介
（English）
Course Description</td><td colspan="5">（须与中文一致，翻译请力求信达雅。）
Fundamental aspects of the melt structure, solute diffusion during solidification, solidification microstructure，as well as the utilization of the fundamentals.

OBJECTIVES:
This course provides an introduction to modern materials science and engineering, and the core theme is how the properties of materials, microstructure, processing history and the performance are inherently interrelated. We shall focus on developing an understanding of relationships between melt- microstructure –properties, which are very important. Properties are greatly affected by solidification, and microstructure is affected by processing and composition. It is hoped that course participates can understand various fundamental concepts of crystal structures, melt structure, defects forming mechanism, diffusion at the liquid/Solid interface, phase diagrams, and learn how to apply these to the investigations of materials during solidification.</td></tr>
</table>

*教学大纲 (中文) Syllabus	（建议列表形式，各列内容：章节、主要内容、课时数、教学方式等） 1. Preface and overview **4 Hours** 1.1 What solidification is Conception Importance of solidification (in nature and industry) Conditions for solidification For instance: Water - Ice - Snow 1.2 Essential factors of solidification process Temperature, composition, physical characteristic 1.3 Essential factors of Microstructure Grain size，Morphology，precipitated phase 2. Melt structure and characteristics **4 Hours** 2.1 Experimental Consideration Change in volume on melting Latent heat of melting Entropy of melting Diffraction studies of liquid structure Transport properties 2.2 Theories of Liquid Structure Condensation theories Lattice theories Geometrical theories New development 2.3 Synchrotron radiation SAXS and XRD 3. Nucleation **6 Hours** 3.1 Thermodynamic Aspects Conditions for Nucleation Homogeneous nucleation Rate of nucleation 3.2 Nucleation agent Heterogeneous nucleation 3.3 Interface structure TiB2-Al interface Nucleation ability 4. Growth **3 Hours** 4.1 Nucleus growth Influencing factors Growth by surface nucleation Growth on imperfections 4.2 External factors Ultrasound effect 5. Morphological instability of a Solid/Liquid interface **6 Hours** 5.1 Interface instability of pure substance 5.2 Solute pile-up at a Planar solid/liquid interface 5.3 Interface instability of alloy 5.4 Perturbation analysis 6. Solidification Microstructure: Cells and Dendrites **8 Hours** 6.1 Constrained and unconstrained growth 6.2 Morphology and crystallography of dendrites 6.3 Diffusion field at the tip of needle-like crystal 6.4 Operating point of the needle crystal – tip radius 6.5 New style of dendrite – anaxial dendrite 6.6 Primary spacing of dendrites after directional growth 6.7 Columnar- Equiaxed transition 7. Solidification Microstructure: Hypoeutectic, hypereutectic, Eutectic, Peritectic 7.1 Regular and irregular eutectics **6 Hours**

	7.2 Diffusion – coupled growth 7.3 Competitive growth of dendrite and eutectic 7.4 Other solidification reactions 8. Solute Redistribution **5 Hours** 8.1 Mass-balance in directional solidification 8.2 The solute distribution in directional solidification: solid solute and multi-phases alloy 8.3 Microsegregation – Influence on Laves phase in K4169 alloy 8.4 Characterization of segregation Utilization of segregation 9. Flow in liquid – Macrosegregation **3 Hours** 9.1 Flow in liquid metal Heat transfer (radiation, conduction , convection) Solute transfer (diffusion, convection) 9.2 Flow effects on macrosegregation 10. Solidification Methods **3 Hours** 10.1 Directional solidification - HRS method (High Rate Solidification) - Czochralski Method 10.2 Rapid solidification - Metal spinning - Spray forming 10.3 Other techniques
*教学大纲 （English） Syllabus	（须与中文一致，翻译请力求信达雅。） 1.前言和概述 **4 学时** 1.1 什么是凝固 概念 凝固过程的重要性（在自然和工业中） 凝固条件例如：水-冰-雪 1.2 凝固过程的主要因素 温度、成分、物理结构特性 1.3 微观结构要素 晶粒尺寸、形貌、析出相 2. 熔体结构和特性 **4 学时** 2.1 实验研究 熔化时体积的变化 熔化潜热 熔化熵 液态结构的衍射研究 传输属性 2.2 液态结构理论 凝聚理论 格点理论 几何理论 新发展 2.3 同步辐射SAXS和XRD 3. 形核 **6 学时** 3.1 热力学方面 形核条件 均匀形核 形核速率 3.2 形核剂 异相形核

	3.3 界面结构 TiB2-Al界面 形核能力 4. 长大 **3 学时** 4.1 晶核生长 影响因素 表面形核生长 缺陷生长 4.2 外部因素 超声效应 5. 固/液界面形态的不稳定性 **6 学时** 5.1 纯物质界面的不稳定性 5.2 溶质在平面固/液界面的堆积 5.3 合金界面不稳定性 5.4 界面扰动分析 6. 凝固组织：细胞和树突 **8 学时** 6.1 有约束和无约束增长 6.2 枝晶的形态和晶体学 6.3 针状晶体尖端的扩散场 6.4 针晶工作点-针尖半径 6.5 新型枝晶——近轴枝晶 6.6 定向生长后枝晶的一次间距 6.7 柱状等轴转变 7. 凝固组织：亚共晶、过共晶、共晶、包晶 7.1 规则和不规则共晶 **6 学时** 7.2 扩散-耦合生长 7.3 枝晶和共晶的竞争生长 7.4 其他凝固反应 8. 溶质再分配 **5 学时** 8.1 定向凝固中的质量平衡 8.2 定向凝固中的溶质分布：固溶体和多相合金 8.3 显微偏析——对K4169合金Laves相的影响 8.4 偏析特性 偏析的利用 9. 液体流动-宏观偏析 **3 学时** 9.1 液态金属中的流动 传热（辐射、传导、对流） 溶质转移（扩散、对流） 9.2 流动对宏观偏析的影响 10. 凝固技术 **3 学时** 10.1 定向凝固 -HRS法（快速凝固） -提拉法 10.2 快速凝固 -金属旋压 -喷射成形 10.3 其他技术

*课程要求 （中文） Requirements	（课程考核方式、考核标准等；不少于 50 字） **考核：** 平时作业 = 20%　　两次作业（计算相关） 课堂讨论 = 30%　　课堂平时表现 大论文　= 50%　　大论文，利用课堂所学知识解决或讨论一个凝固相关研究课题
*课程要求 （English） Requirements	（须与中文一致，翻译请力求信达雅。） **GRADING:** Homework = 20%　　Two calculational homework Discussion = 30%　　Usual performance Final essay = 50%　　Final paper, to solve or analyze a problem relevant to your project with taught principles.
*课程资源 （中文） Resources	（教材、教参、网站资料等。） 参考书目: [1]　W. Kurz, D. J. Fisher, Fundamentals of Solidification, 4th edition, Cambridge University press, 1996 (photolithographic copies on reserve in SST / Course center): [2] TAKAMICHI　IIDA　and RODERICK I. L. GUTHRIE, The physical properties of liquid metals. [3] Stephen H. DAVIS, Theory of Solidification, Cambridge university Press, 2001 [4] SOLIDIFICATION, J.A. Dantzig and M. Rappaz
*课程资源 （English） Resources	（须与中文一致，请力求信达雅。） REFERENCE /TEXTBOOK: [1]　W. Kurz, D. J. Fisher, Fundamentals of Solidification, 4th edition, Cambridge University press, 1996 (photolithographic copies on reserve in SST / Course center): [2] TAKAMICHI　IIDA　and RODERICK I. L. GUTHRIE, The physical properties of liquid metals. [3] Stephen H. DAVIS, Theory of Solidification, Cambridge university Press, 2001 [4] SOLIDIFICATION, J.A. Dantzig and M. Rappaz
备注 Note	