

## 目 录

### 第1章金属的凝固

- 1.1 凝固的热力学
  - 1.1.1 凝固的热力学条件
  - 1.1.2 曲率对平衡熔点的影响
- 1.2 凝固的动力学
  - 1.2.1 均匀形核
  - 1.2.2 非均匀形核
  - 1.2.3 晶核的长大
- 1.3 单相合金的凝固
  - 1.3.1 凝固过程的溶质再分配
  - 1.3.2 凝固界面的稳定性
  - 1.3.3 胞晶与枝晶组织
- 1.4 多相合金的凝固
  - 1.4.1 共晶合金的凝固
  - 1.4.2 包晶合金的凝固
  - 1.4.3 偏晶合金的凝固

### 参考文献

### 第2章金属的塑性变形

- 2.1 金属材料的强韧化
  - 2.1.1 金属材料的强度
  - 2.1.2 金属材料的强化
  - 2.1.3 金属材料的韧性
  - 2.1.4 金属材料的韧化
  - 2.1.5 金属材料强韧化的组织结构因素与技术途径
- 2.2 变形过程中材料的组织变化及组织细化
  - 2.2.1 冷变形后材料的组织变化
  - 2.2.2 热变形过程中金属组织结构的变化
  - 2.2.3 深度塑性变形细化晶粒
- 2.3 变形过程中微合金元素的溶解和析出
  - 2.3.1 微量元素的溶解、析出规律——微合金化的原理
  - 2.3.2 成分及微量合金元素的作用
  - 2.3.3 微合金元素在热加工过程中的溶解

- 2.3.4 控制轧制过程中微量元素碳氮化物的析出
- 2.4 变形力学方程
  - 2.4.1 静力方程与几何方程
  - 2.4.2 屈服准则
  - 2.4.3 等效应力、等效应变和等效应变速率方程
  - 2.4.4 变形抗力模型
  - 2.4.5 本构关系
- 2.5 塑性变分原理
  - 2.5.1 材料成形力学边值问题的提法
  - 2.5.2 虚功(率)原理
  - 2.5.3 刚-塑性材料的变分原理
  - 2.5.4 刚-粘塑性材料变分原理
  - 2.5.5 弹-塑性硬化材料的变分原理
  - 2.5.6 单位体积塑性变形功率
- 2.6 工程法和能量法
  - 2.6.1 工程法
  - 2.6.2 能量法
- 2.7 塑性成形过程的模拟分析方法
  - 2.7.1 塑性成形模拟方法概述
  - 2.7.2 刚-塑性有限元法求解轧制问题的途径
  - 2.7.3 刚-塑性有限元的基本公式
  - 2.7.4 有限元模拟分析软件
- 参考文献

### 第3章 金属的焊接

- 3.1 焊接冶金反应与凝固组织
  - 3.1.1 焊接化学冶金过程的特点
  - 3.1.2 熔池凝固
- 3.2 焊缝金属的固态转变及强韧化
  - 3.2.1 焊缝金属冷却时的相变
  - 3.2.2 焊缝金属的强韧化
- 3.3 焊缝金属与母材的匹配
  - 3.3.1 焊接接头韧性评价指标
  - 3.3.2 焊缝与母材的匹配关系

- 3.4 焊接热影响区组织转变及其性能变化
    - 3.4.1 焊接热循环与焊接热影响区
    - 3.4.2 焊接热循环中热影响区组织转变特点
    - 3.4.3 焊接热影响区的组成
    - 3.4.4 焊接热影响区的硬度分布
    - 3.4.5 焊接热影响区的力学性能变化
    - 3.4.6 焊接热影响区的脆化
    - 3.4.7 焊接热影响区的软化
  - 3.5 金属焊接性及其实验方法
    - 3.5.1 金属焊接性的定义及其影响因素
    - 3.5.2 焊接性试验及其分类
    - 3.5.3 常用焊接性直接试验方法
    - 3.5.4 常用焊接性间接试验方法
  - 3.6 焊接热过程的数值模拟
    - 3.6.1 研究历程及发展现状
    - 3.6.2 传热基础
    - 3.6.3 典型焊接热源模型
    - 3.6.4 焊接温度场模拟实例
- 参考文献

## 第4章现代金属凝固技术

- 4.1 定向凝固技术
  - 4.1.1 定向凝固技术的控制基础
  - 4.1.2 间歇式定向凝固工艺
  - 4.1.3 连续式定向凝固工艺
  - 4.1.4 定向凝固技术的应用
- 4.2 压力下金属的结晶技术
  - 4.2.1 压力对金属熔点的影响
  - 4.2.2 压力对金属其他物性参数的影响
  - 4.2.3 压力对金属状态图的影响
  - 4.2.4 压力对金属结晶参数的影响
  - 4.2.5 压力对金属或合金结晶组织的影响
  - 4.2.6 压力对金属或合金气体析出的影响
  - 4.2.7 压力结晶技术的应用

- 4.3 快速凝固技术
  - 4.3.1 概述
  - 4.3.2 快速凝固实现的条件
  - 4.3.3 线材快速凝固成形
  - 4.3.4 带材快速凝固成形
  - 4.3.5 体材料快速凝固成形
- 4.4 半固态金属成形技术
  - 4.4.1 半固态金属浆料或坯料的制备工艺
  - 4.4.2 半固态金属的触变成形
  - 4.4.3 半固态金属的流变成形
  - 4.4.4 半固态金属成形的优势与应用
- 4.5 复合连续铸造技术
  - 4.5.1 水平电磁法复合钢坯连铸工艺
  - 4.5.2 包覆层连续铸造工艺
  - 4.5.3 电渣外层金属液连铸工艺
  - 4.5.4 反向凝固连铸工艺
  - 4.5.5 复合线材的铸拉工艺
  - 4.5.6 梯度材料的连续铸造制备工艺
  - 4.5.7 双结晶器连铸双金属工艺
  - 4.5.8 充芯连铸法连铸工艺
- 4.6 钢的连续铸造技术
  - 4.6.1 凝固与传热
  - 4.6.2 连铸设备与连铸工艺控制
  - 4.6.3 铸坯质量控制技术

参考文献

## 第5章现代金属塑性成形技术

- 5.1 超塑性成形技术
  - 5.1.1 超塑性成形的特点及适用范围
  - 5.1.2 超塑性现象
  - 5.1.3 微细晶粒超塑性材料的制备
  - 5.1.4 超塑性成形工艺
  - 5.1.5 超塑性成形产品缺陷及预防措施
- 5.2 粉末塑性成形技术

- 5.2.1 粉末锻造的特点及适用范围
- 5.2.2 粉末锻造时原料粉末的选择
- 5.2.3 预成形坯的设计与制备
- 5.2.4 粉末塑性变形与致密
- 5.2.5 粉末锻造技术
- 5.3 塑性加工复合技术
  - 5.3.1 概述
  - 5.3.2 轧制复合钢板的制造
  - 5.3.3 真空轧制复合板
  - 5.3.4 利用液相结合原理制备钛合金轧制复合板
  - 5.3.5 展望
- 5.4 复合材料成形技术
  - 5.4.1 金属基复合材料
  - 5.4.2 金属基复合材料的制备与制坯工艺
  - 5.4.3 热压扩散成形法
  - 5.4.4 金属基复合材料坯料的热挤压成形
  - 5.4.5 热挤压模具结构
- 5.5 控制轧制与控制冷却技术
  - 5.5.1 控制轧制与控制冷却技术概述
  - 5.5.2 控制轧制与控制冷却的发展历程
  - 5.5.3 控制轧制与控制冷却的理论基础
  - 5.5.4 控制轧制与控制冷却工艺的研究实例
- 5.6 高能率成形技术
  - 5.6.1 概述
  - 5.6.2 爆炸成形
  - 5.6.3 电液成形
  - 5.6.4 电磁成形

参考文献

## 第6章现代金属连接技术

- 6.1 现代金属材料的连接技术
  - 6.1.1 传统电弧焊及其局限性
  - 6.1.2 固相扩散焊
  - 6.1.3 过渡液相扩散焊技术

- 6.1.4 激光焊
- 6.2 功能材料的连接技术
  - 6.2.1 形状记忆合金的连接技术
  - 6.2.2 超导材料的连接技术
- 6.3 复合材料的连接技术
  - 6.3.1 金属基复合材料
  - 6.3.2 铝基复合材料的焊接性及焊接方法
- 6.4 陶瓷材料的连接技术
  - 6.4.1 陶瓷材料成分、组织、性能及制备概述
  - 6.4.2 陶瓷材料的焊接性分析
  - 6.4.3 陶瓷材料的活性钎焊
  - 6.4.4 固相扩散焊
  - 6.4.5 部分过渡液相扩散焊技术
  - 6.4.6 陶瓷材料焊接界面的结构与接合实质
- 6.5 计算机辅助焊接技术
  - 6.5.1 焊接专家系统研究
  - 6.5.2 焊接工艺评定专家系统
  - 6.5.3 焊接生产网络化和智能化
- 参考文献