

问题 A

保护渣熔化结晶序列图像的特征提取及建模分析

连铸过程中的保护渣使钢水弯月面绝热，防止钢水在连铸过程中的二次氧化，控制热传递，提供铸坯润滑，并吸收非金属夹杂物。保护渣的冶金功能主要取决于其在温度控制曲线下的熔化速率和结晶速率。因此，研究保护渣在结晶器壁和坯壳之间的相分布具有重要意义。

连铸保护渣被添加到结晶器中液态钢的顶部。这些固体渣以粉末层的形式堆积在钢液表面，可以防止由于钢液温度下降过大而造成的钢液面结壳。然后保护渣的温度逐渐升高到熔点，保护渣熔化形成烧结层。保护渣原料通过化学反应形成低熔点物质，进而形成液态渣，保护渣的成分会发生一定程度的变化。这是融化的过程。

当保护渣完全熔化时，会形成液态渣层，覆盖在钢水表面。液态渣从钢液表面的渣池渗入型壳与铜模壁之间的间隙时，会形成渣膜。由于连铸坯表面的高温，紧靠连铸坯的炉渣仍然保持液相。然而，随着液态渣的温度在结晶器的纵向上随着铸坯表面的温度降低，在结晶器的强制冷却下，靠着铜模壁的渣膜被淬火并固化以形成玻璃态的固态渣膜(渣膜的固化行为)，而渣膜将在适当的条件下在某些区域结晶并形成结晶层(渣膜的结晶行为)，最终形成典型的三层渣膜结构:玻璃层、结晶层和液态渣层。这个过程就是结晶。

由于高温、瞬态流体流动、复杂的相变和化学反应以及结晶器壁的不透明性，很难直接观察到保护渣的相变。SHTT 熔融结晶温度测试仪

现在广泛应用于观察保护渣的结晶行为。实验结束后，实验人员逐一演示图像，记录图像左上角的信息，用肉眼和经验识别关键节点图像(见图 1)，从而指导保护渣的设计，满足钢种的凝固要求。这个过程浪费人力，阻碍实验过程信息化的发展。迫切需要发展序列图像的自动特征提取和数学建模技术。

附件 1 有 562 幅保护渣熔化和结晶的序列图像。这些序列图像是从实验开始的第 110 秒到第 671 秒采集的。文件序列号遵循采集时间顺序，每 1s 采集一次图像。附件 1 中的数字图像展示了这些信息(见图 1)。每张图像的左上角标有图像对应的时间和 1 号热电偶、2 号热电偶的温度值。

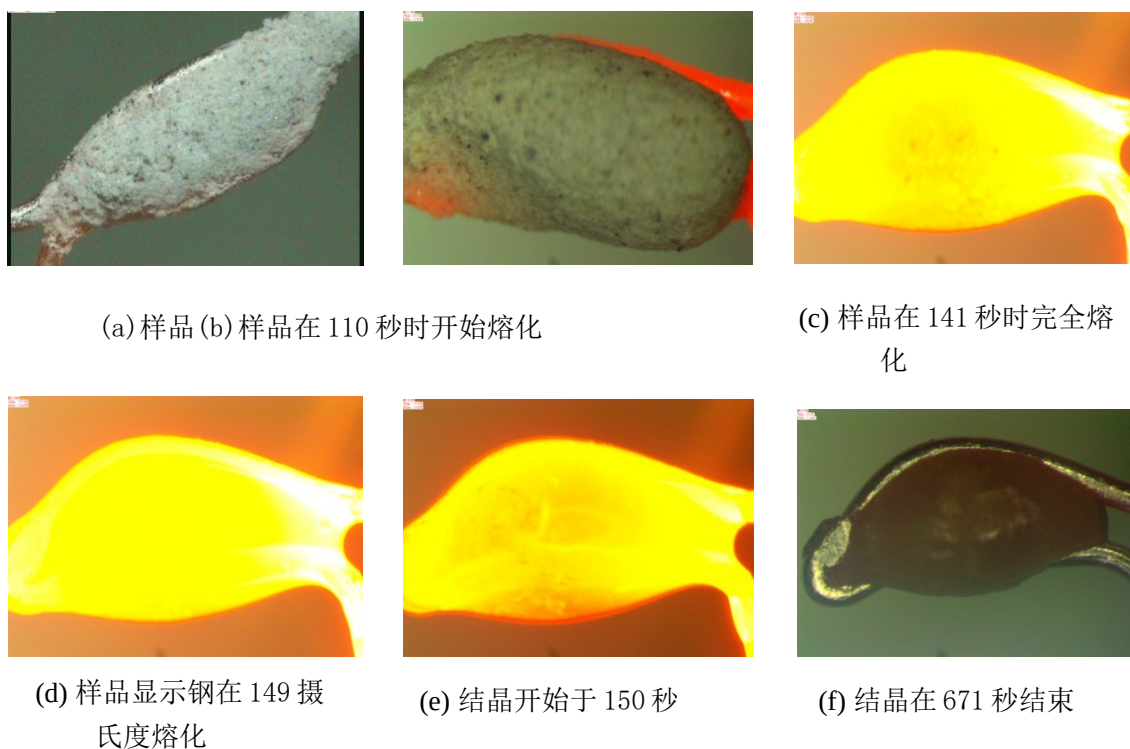


图 1 保护渣的熔化和结晶

要实现保护渣熔化和结晶序列图像的自动特征提取和数学建模，请回答以下三个问题。

问题 1: 利用图像分割和识别等技术，请自动提取每张图像左上角的 1 号热电偶和 2 号热电偶的温度，并自动导入到中的相应表格中

附件 2(请写一份分步技术操作文档)，请做一个温度-时间曲线图(1 #线温度-2 #线温度-时间图；1 #导线平均温度-2 #导线平均温度-时间图)。此外，1 #线或 2 #线的测试结果不准确。请指出并解释。

问题 2:请根据图 1 中的六个节点图像，应用数字图像处理技术，研究并量化保护渣熔化结晶过程中相邻序列图像之间的动态差异。在此基础上，请对量化的不同特征进行时间序列建模，并根据数学模型的模拟结果讨论保护渣的熔化和结晶过程曲线。

问题 3:给定温度和时间的变化，以及问题 2 的研究结果，请建立数学模型，讨论温度和时间的变化与保护渣熔化和结晶过程之间的函数关系，并根据数值模拟结果讨论保护渣熔化和结晶的动力学(温度、熔化速率和结晶速率之间的关系)。

总页数不超过 25 页的 PDF 解决方案应包括：

- 一页摘要表。
- 目录。
- 您的完整解决方案。

注意:APMCM 竞赛有 25 页的限制。你提交的所有内容都在 25 页的限制之内(摘要表、目录、完整的解决方案)。但是，参考文献列表和附录的页数不受限制。

附件：

附件 1.zip, 在网站上下载:<https://share.weiyun.com/ubtXPGz0>

附件 2. xlsx