

基于图像识别的保护渣性能研究

刘紫婷 赵丽丽 尹伟佳 冯梦菲

华北理工大学 河北唐山 063200

摘要: 现如今钢市场的竞争日益激烈,对保护渣的应用也日趋广泛,因此建立该保护渣性能研究系统。首先采用图像分割与识别技术自动提取温度图像,并制作控温曲线图;而后采用数字图像处理技术研究保护渣熔化结晶过程中相邻序列图像间的动态差异,实现数据的量化,在此基础上进行时间序列建模,获得保护渣熔化结晶进度曲线。

关键词: 图像识别; 图像分割; 建模

Research on performance of protective slag based on image recognition

Ziting Liu, Lili Zhao, Weijia Yin, Mengfei Feng

North China University of Science and Technology, Tangshan 063200, China

Abstract: Nowadays, the competition of steel market is becoming more and more fierce, and the application of protective slag is becoming more and more extensive. Therefore, the research system of the properties of protective slag is established. Firstly, the temperature image is extracted automatically by image segmentation and recognition technology, and the temperature control curve is made. Then, digital image processing technology is used to study the dynamic difference between the adjacent sequence images during the melting and crystallization process of the protective slag, and the data is quantified. On this basis, time series modeling is carried out to obtain the melting and crystallization progress curve of the protective slag.

Keywords: image recognition; Image segmentation; modeling

项目: 论文由大学生创新创业训练计划项目: X2022121资助。

引言

现如今钢市场的竞争日益激烈,对保护渣的应用也日趋广泛,因此建立该保护渣性能研究系统。首先采用图像分割与识别技术自动提取温度图像,并制作控温曲线图;而后采用数字图像处理技术研究保护渣熔化结晶过程中相邻序列图像间的动态差异,实现数据的量化,在此基础上进行时间序列建模,获得保护渣熔化结晶进度曲线。

1 背景介绍

根据调查显示,世界主要几个钢铁生产国(中国,印度,日本,美国……)的平均连铸比高达96.9%,而中国的连铸比高于世界平均水平。保护渣主要有三个功能,1)和外界隔绝温度传播,减少了钢液的热量的损耗;2)保护渣可以很好的吸收和溶解非金属夹杂物,可以作为废料的一种容器;3)隔绝外界,保护容器内的钢液不被二次氧化,保证生产工作的正常进行,减少原料的损耗。4)改善铸胚的润滑程度;5)传热作用。在整个连铸过程,主要作用于

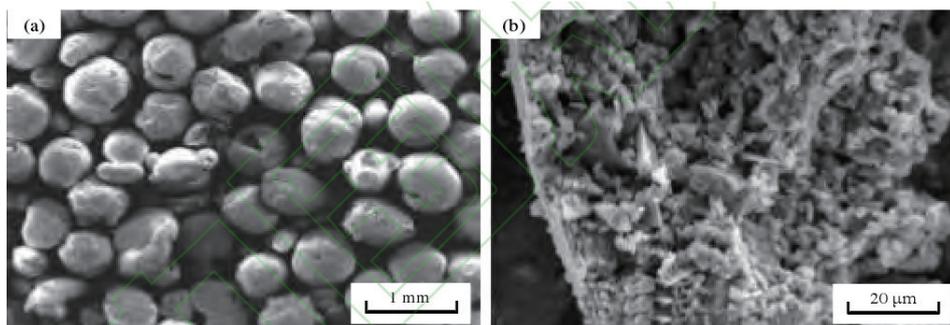


图1a 连铸保护渣的微观结构形貌特征

图1b 连铸保护渣的微观结构断面图

两个阶段：1) 将保护渣加入到结晶器时，浮于钢液表面的保护渣。2) 保护渣在结晶器内的周期震动而产生的吸收作用下，进入到结晶器与坯壳间隙的保护渣。

保护渣熔化结晶过程^[3]序列图像中的6种物理变化节点处的视觉效果。上述实验过程中每1秒产生1张图像，每组实验进行时间约为700s，相邻图像间产生的动态差异累积即为保护渣熔化结晶过程。实验人员仅关注6个节点对应的的时间和温度变化曲线而忽略大量的过程信息，导致绝大多数的有效信息被雪藏，未发挥其潜能。此外，设备本身有自主知识产权的隐私保护，无法自动获取每1张图像对应的时刻与温度，只能实验结束后，靠肉眼识别关键节点图像，依此打开图像，记录图像左上角的信息，以指导设计出满足钢种凝固要求的保护渣。浪费了大量人力，也为实验过程信息的进一步开发造成障碍。（见图1）

我们旨在通过已有的测试仪经过试验将所得数据经过图像识别与分割技术进行分析得出结论，并且建立一个数据库共享到我们设计的软件内提供给社会使用，并且在其他人使用的同时将数据记录保存下来用以扩充我们的数据库。然后，将粒度、温度、种类、质量、主要成分比例等相关数据输入系统软件中，便可得到温控曲线图、各成分对熔化结晶影响图、速率图以及冷却速率样品结晶时间影响等图像。

由于在炼钢或者铸造过程中会出现地裂纹的现象，这一现象对钢的表面质量产生了一定的影响，使出现这些问题的钢材不能用于部分条件较高的场合。近年来，一直在寻找其解决方法，后经研发得到结晶器保护渣，相比旧工艺，新型的保护渣的较高的表面张力、年度，并且有较低的凝固温度，这些性能对防止保护渣的卷入，减少钢材裂纹等情况有客观作用。

2 内容简介

保护渣是连铸生产过程中使用的重要辅助材料，随着我国炼钢连铸技术的快速发展，保护渣技术水平也不断提高，连铸技术的发展需要更加专业化、多样化、高质量。

我们研究的主题是保护渣在应用过程中发挥的性能检验，采用图像分割与识别技术，建立时间序列模型，获得保护渣融化结晶的进度曲线，为今后的保护渣性能研究提供一定的帮助。任何物质其成分的组成会影响其内在性质性能。对于保护渣来说，性质性能的好坏影响着连铸工艺的顺利进行，最终也影响着是否能过产出达到要求的高要求铸胚。总体而言，过早结晶或结晶层太厚都会影响润滑效果。

根据上文所述，研究保护渣在结晶器壁和凝固坯壳之间的保护渣的相态分布非常重要。在实际操作过程中，由于结晶器内环境的影响，还有各种复杂的化学反应，以及结晶器壁不透明等因素，对观察保护渣的形态造成了一定的困难。目前多采用SHTTII型熔化结晶温度测试仪测定保护渣的析晶过程，获取保护渣的结晶分数、时间、温度三者的关系，以设计出满足钢种凝固要求的保护渣。

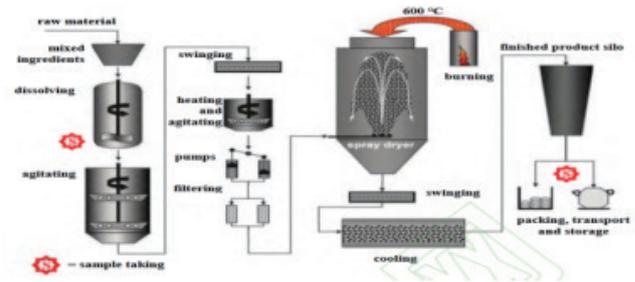


图2: 连铸保护渣生产工艺流程图

3 国内外研究现状分析

3.1 国外发展情况:

连续浇铸液态金属的概念是由G. E. Sellers、J. Lainy和H. Bessemer在世纪中期提出。连铸工艺从次在国外开始发展，有色金属等最初用于连铸工艺上，而由于工艺受限，连铸工艺当时只能用在低熔点金属上。发展至19世纪50年代，连铸钢工艺才正式进入工业应用。该工艺的正式应用是钢铁行业的重大技术改革。连铸钢生产量和水平的高低逐渐成为衡量一个国家钢铁工业技术水平的重要指标之一。

3.2 国内发展情况:

连铸保护渣技术的研究最早始于20世纪70年代，经过40余年的发展历程，我国已经初步具备了开发保护渣的能力，并且成功设立多家保护渣生产厂，除了在连铸保护渣工艺方面有研究成果外，在理论方面也取得了一定的创新。

连铸生产对保护渣的性能有非常高的要求，不同钢种需要使用相应性能的保护渣。中国是应用连续铸钢技术较早的国家之一。改革前期，全国第一次连铸工作会议于1988年在北京召开。在会议上冶金工业部提出，并确定了大的路线方针与发展方向。由此开始，我国连续铸钢技术正式步入了一个新的发展阶段。自20世纪中期以来，我国连铸生产钢铁量占总钢铁生产量的比例不断增加。截止2000年中国连铸坯产量为10522.4万吨；到2018年，连铸坯产量和占整个粗钢的百分比情况如下图。

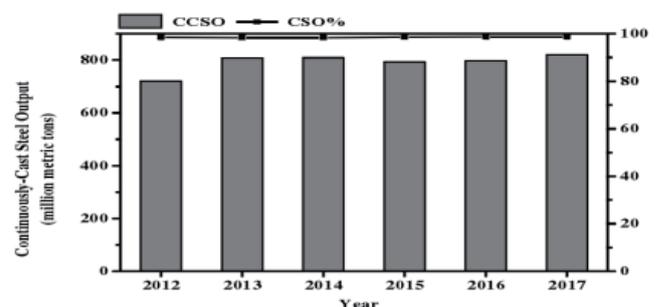


图3: 连铸坯产量和占整个粗钢的百分比情况

4 实验过程

4.1 资料查询

保护渣是在连铸过程中，置于结晶器内的钢液面上用以保温、防氧化和吸收非金属夹杂的物料。评价保护渣性能的关键指标有以下3个，熔点、黏度和融化速度。我们已经得知，对于保护渣来说，性质性能的好坏影响着连铸工艺

过程的顺利进行，最终也影响着是否能过产出达到要求的高要求铸胚。在结晶器中，通过结晶层，保护渣可以进行传热作用；对钢培来说，保护渣的形态也影响着钢培的润滑作用。因此研究保护渣在结晶器壁和凝固坯壳之间的空隙的相态分布十分重要。

4.2 实验前准备

第一，要准备好劳保用品，有些有机物的实验需要戴上防毒面罩的，常规实验也需要穿上耐酸碱的衣服，我们还需要戴上口罩来保护自己，做好劳保准备是十分必要的；第二，要准备好玻璃器材，像常见的比色管、容量瓶、移液管、刻度管等等，这些都要提前准备好，以免缺少东西，影响到你的试验进度，影响到你的实验的准确度；第三，要清洗干净这些玻璃器材，小编的实验是用百分之十的稀盐酸浸泡的，您可以参照自己的实验，选择合适的清洗方式，一般都是用酸浸泡的；第四，准备好检定的仪器，不同的实验利用不同的仪器；第五，仪器对应的东西也要准备好；第六，相关实验人员要齐全，例如实验员，质量监督员，仪器员等等都需要到齐，这样有了监督，才能保证实验的科学性准确性和稳定性；第七，创造良好的实验环境，我们都知道实验环境对实验的影响是很大的，典型的是要保证实验温度，实验湿度，除去有干扰的气体。

4.3 实验中的具体过程

(1) 将30g脱碳后的保护渣进行研磨，粒度为200目，取其2-3mg研磨后的试样放置于热丝热电偶接点部位；(2) 渣样在200℃/s的冷却速度下，降温至300℃形成无晶体的玻璃体试样，仔细观察图像分析软件的可视化界面，确定此时的保护渣形态为固态玻璃试样；(3) 析晶的时刻取升温过程中试样结晶率为5%时的试样，记录不用升温速率下发生脱玻化现象的温度、开始析晶时间、结束析晶时间；(4) 数据分析：运用一系列的数据分析软件，将所记录的数据进行分析。

5 研究阶段

(1) 知识积累阶段，集中查阅分析炼钢连铸技术以及保护渣技术和图像分割与识别技术有关的文献，进行知识的积累，学习对时间序列模型的搭建与改进。了解该类项目的研究流程，梳理思路，构建本项目总体框架；(2) 项目可行性分析，面向老师以及小组成员进行开题报告，对项目的研究方案从技术、组织、时间、经济、社会等方面进行对可行性的评估，分析出该项目的优势与不足，同时在前阶段明确改进的方法；(3) 数据收集整合阶段，对保护渣的相关性能进行调研，最终整合得到所有数据；(4) 模型分析与建立阶段，应用图像分割与识别技术对保护渣反应图片进行批量分析，建立相应的对应关系。初步利用前期数据准备建立时间序列模型；(5) 数据库的建立阶段，将建立的模型初步应用于实践中，发现其需要改进之处，收集相关数据，进行模型的精细化训练，并建立相应数据库。

6 模型介绍

选择了4种机器学习模型，分别为线性回归、K近邻回归、决策树回归、LightGMB回归分析。

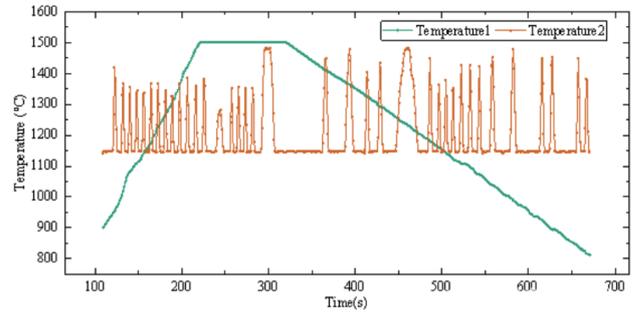


图4 部分机器学习回归模型

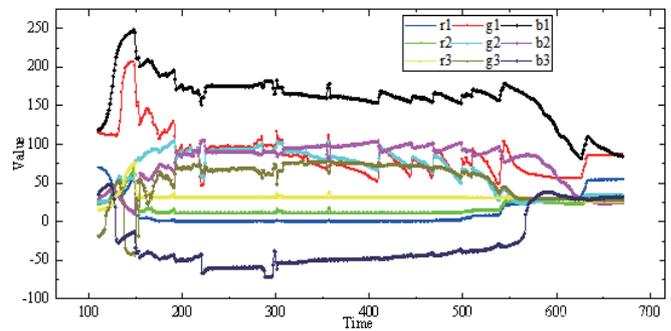


图5 部分机器学习回归模型

7 结论

即使是效果最好的LGB模型，MSE也有将近90的取值。这说明仅仅靠颜色特征并不能很好地对温度进行预测。因此还需要查阅相关专业文献，构建效果更为良好的模型。

参考文献：

- [1] 曹敏. 基于深度学习的遥感图像识别技术应用研究——评《基于深度神经网络的遥感图像分割》[J]. 有色金属工程, 2021, 11 (12): 132.
- [2] 高旭, 李兴东. 干预分析模型在时间序列中的应用[J]. 科学技术创新, 2021 (29): 26-28.
- [3] 王泽. 连铸保护渣挥发性机理及其影响研究[D]. 西安建筑科技大学, 2019. DOI: 10. 27393/d. cnki. gxazu. 2019. 001118.
- [4] 孙青. 连铸保护渣技术的发展和运用[J]. 时代农机, 2018, 45 (06): 183.
- [5] 周乐君. 连铸保护渣结晶与传热机理研究[D]. 中南大学, 2013.