
钢铁渗铬机理与调控研究获进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38837.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

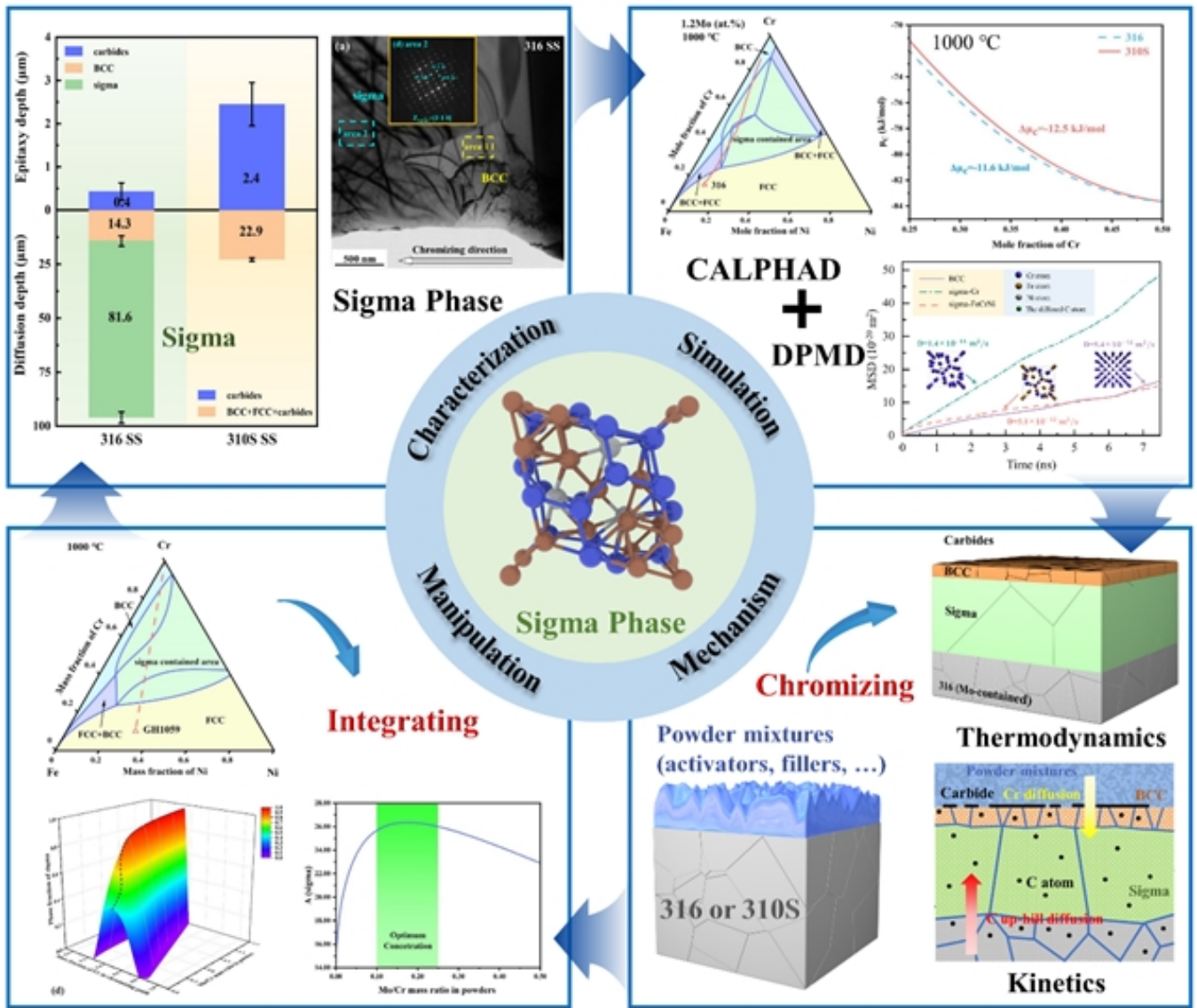
钢铁渗铬机理与调控研究获进展。渗铬是一种重要的表面工程手段，通过在钢材表面形成富铬层，可显著提升机械部件的耐腐蚀、耐高温和耐磨性能，目前已广泛应用于深海工程装备、四代核电等国家重大领域。该技术发明于20世纪20年代，至今已有近百年历史。然而，不同钢材在相同渗铬工艺下表现出的差异长期困扰着研究人员，其微观机制尚未得到系统阐释，为渗层精细调控带来严峻挑战。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所海洋关键材料全国重点实验室通过研究典型奥氏体不锈钢体系渗铬行为，在渗铬机理与调控这一困扰工业界多年科学问题方面，取得了关键突破。团队选取316和310S不锈钢作为模型材料，发现在相同渗铬条件下，316渗层厚度达到了310S的近4倍。为了准确捕捉结构差异，结合不同实验确定了316会形成连续的粗晶相渗层，而310S中未发现该相。相是一种脆性相，在不锈钢中通常被视为有害组织。然而在本研究中，相的出现反而与渗层厚度的增加直接相关。为解释这一现象，团队从热动力学两个层面揭示了其内在机制：一方面采用CALPHAD计算分析相稳定性，另一方面借助AI辅助的深度势能分子动力学模拟，精确模拟原子尺度扩散行为。

计算表明，316中的Mo元素有助于稳定相，而310S中的Mn会抑制相形成。这一差异决定了相仅在316中出现，所形成的粗晶相有效抑制了表面碳化物的生长，降低了对Cr扩散的阻碍作用，促进了渗层持续增厚。而后续的氮化处理还可完全将传统意义上的有害相完全转变为目标氮化物，既实现了渗铬效果的大幅提升，还消除了潜在的不利影响。基于上述机理，团队提出了一种通过高通量计算优化渗铬粉末配比来精细调控渗层结构的方法，达到了延长关键部件服役寿命的效果。

该项研究不仅解释了不同钢材在相同渗铬条件下表现迥异的原因，更重要的是首次提出了主动诱导相形成以加速渗铬的渗层结构调控新思路，为提升苛刻环境下机械部件表面强化与延寿提供了新的策略。论文第一作者为宁波材料所徐凯项目研究员，通讯作者为王立平研究员、蒲吉斌研究员和常可可研究员。该研究得到了国家自然科学基金（U23A6016、52471104）、浙江省自然科学基金（LD24E010002）、宁波市科创甬江2035重大研发计划（2024Z095、2024Z138）等项目的资助。（来源：中国科学院宁波材料技术与工程研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2026.122088>



基于实验 - 模拟 - 机理 - 调控思路揭示Sigma相形成热动力学机理指导通用渗层结构精细调控的全链条研究策略

作者：王立平等 来源：《材料学报》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发