

序言

金属固态相变原理是材料科学的重要基础理论之一，是指导金属材料科学研究和应用的基础理论，是解决金属材料热处理、铸、锻、焊、轧制等工程实际问题的钥匙。

贝氏体相变是固态相变理论中的一个重要的分支学科。贝氏体钢及其工艺技术具有重要的工程应用价值。

贝氏体组织较之珠光体、马氏体发现晚了半个世纪。Bain 及其合作者于 1930 年，第一次发表了放大 1000 倍的贝氏体显微照片，后来为纪念 Bain 的功绩将其命名为贝氏体(Bainite)。1939 年 R. F. Mehl 将钢中的贝氏体分为上贝氏体和下贝氏体。1952 年柯俊及其合作者 S. A. Cottrell 第一次提出了贝氏体相变的切变学说。

钢中的贝氏体相变是发生在共析分解和马氏体相变温度范围之间的中温转变。它既不是珠光体那样的扩散型相变，也不是马氏体那样的无扩散性相变，而是复杂的具有过渡性质的相变。贝氏体相变过程中，只有碳原子能够长程扩散，铁原子及替换合金元素的原子已经难以扩散。贝氏体相变具有过渡性特征，它既具备共析分解的某些特征，又有马氏体相变的一些特点，因此是一个相当复杂的过渡性的中温区相变，这是认识和研究贝氏体相变最为关键的切入点。

贝氏体组织的发现使贝氏体等温淬火工艺和贝氏体钢得以问世。合金钢的贝氏体组织具有较高的强度和韧性。近年来，轴承钢采用等温淬火得到下贝氏体组织提高了力学性能，延长了使用寿命；具有高强度、高韧性、焊接性优良的超低碳贝氏体钢得到了广泛的开发和应用。

贝氏体钢的应用需要洞悉贝氏体组织形态与性能的关系，贝氏体相变的热力学，动力学以及相变机制等基本理论知识。半个多世纪以来，对于贝氏体相变的研究进行了大量的工作，取得了显著的成绩。20 世纪中期，由于当时设备条件的限制，贝氏体组织和贝氏体相变的本质尚不能彻底搞清。出现不同的学术观点是可以理解的。

从 20 世纪末到 21 世纪初，国内外学者发表了大量论文，出版了一些著作，如康沫狂等人著有《钢中贝氏体》(1990)；徐祖耀等人著有《贝氏体相变和贝氏体》(1991)；俞德刚、王世道著有《贝氏体相变理论》(1997)；方鸿生等人著有《贝氏体相变》(1999)；Bhadeshia (巴迪夏)著的 *Bainite in Steels* (2015)等。这些著作总结了国内外有关贝氏体相变研究的有益成果，但也包含了扩散学派和切变学派

的错误观点。

自 1969 年到 2006 年，贝氏体相变两个学派经历了马拉松式的学术论争，由于两派学术观点均有缺陷，故论争无果。社会在进步，科学在发展，从 2003 年始，刘宗昌等人与时俱进地提出了过冷奥氏体整合系统转变为珠光体、贝氏体、马氏体等相变机制的新理论，不同于以往欧美等西方学者的观点。著有《固态相变原理新论》等专著和教材，阐述了珠光体转变、贝氏体相变和马氏体相变的新理论。

中国改革开放以来，检测仪器和设备不断更新、升级、多样化、现代化，对贝氏体组织结构的观察更加全面、深入、细致，促进了贝氏体理论的发展和更新。《贝氏体相变新论》是应用自然科学哲学原理(自然辩证法)，实验研究了贝氏体相变，其内容阐述了新实验、新发现、新观点、新概念以及贝氏体相变新机制。

撰写本书的思路是首先从科学技术哲学出发，视钢为一个整合系统，强调过冷奥氏体转变是一个整合系统，从系统科学的角度进行分析研究。在继承两派成熟的学术成就的基础上，传承文明，开拓创新，深入研究阐述了贝氏体相变的新理论，并使其与客观实际相符合。

本书依据大量实验研究，分析了贝氏体的成分、组织形貌、精细亚结构及其与性能的关系。从物理本质上搞清贝氏体的组织结构，阐述了贝氏体热力学，分析了贝氏体相变动力学，总结了贝氏体相变的过渡性特征，明确指出贝氏体相变不同于共析分解和马氏体相变。在此基础上给贝氏体和贝氏体相变做出了科学的定义。在分析固态相变中原子位移方式后，全新地阐述了贝氏体相变的微观机制。

本书具有如下特点：

- 1) 将过冷奥氏体转变系统化，从系统科学的角度进行研究。
- 2) 传承文明，开拓创新。阐述了新实验、新发现、新观点、新概念、新机制。
- 3) 减少了繁杂的数学模型计算，扩展了实验观察、理论分析和实际应用，内容更接地气。
- 4) 内容丰富全面，条理清晰，语言精练，易读易懂，便于材料科学工作者进行教学、科研及生产应用。

本书是内蒙古科技大学固态相变团队 20 多年来研究成果的总结，同时在撰写过程中得到许多专

家的支持及合作。本书第1章, 4~13章、15~16章由刘宗昌撰写, 第2章由任慧平撰写, 第3章由段宝玉撰写, 第14章由计云萍撰写, 第17章由大连圣洁热处理科技发展有限公司丁得刚撰写, 第18章由王海燕撰写。刘宗昌负责全书的统稿。任慧平参加了审稿工作。丁得刚、冯佃臣、高占勇和宁波吉威熔模铸造有限公司罗洁等为本书的撰写提供了资料, 众多的研究生参加了实验研究工作。

在撰写本书的过程中, 参考了许多学者和专家的相关著作和论文, 在此表示衷心谢意。欢迎读者与本书作者多做学术交流、探讨或提出宝贵建议。

内蒙古科技大学 刘宗昌

Lzchang75@163.com

2019年2月