

铁碳合金相图的形象化教学

三峡大学机械与动力学院 徐喻琼 马小强

【摘要】本文就铁碳合金相图形象化教学的一些具体手段进行了探讨,指出形象化教学可拓宽知识面、强化综合素质培养,取得了较好的教学效果。

【Abstract】This paper probes into some concrete methods of pictorial teaching of ferro-carbon alloy phase diagrams, and points out that pictorial teaching can broaden the knowledge, strengthen the cultivation of comprehensive quality, and obtain a better teaching effect.

【关键词】铁碳合金;相图;形象化教学;素质培养

【Keywords】iron-carbon alloy; phase diagram; visual teaching; quality training

铁碳合金相图是研究碳钢和铸铁的成分、温度、组织和性能之间关系的理论基础,也是制定各种热加工工艺的依据,是应用型工程材料的必修基础知识,为后续机械材料专业类课程的学习打下一定的基础。同时,该部分内容也是材料科学相关专业研究生入学考试的重要内容,教和学的重要性不言而喻。

铁碳合金相图实际上是Fe-Fe₃C相图,铁碳合金的基本组元是纯铁和Fe₃C。铁碳合金相图内容抽象,概念繁多,成分、组织、性能间的关系复杂,图中点、线、面含义各异,因此,在实际教学过程中,无论是教还是学,师生都感到有一定的难度。最为突出的问题就是知识点碎,较难区分和理解。

在笔者多年的教学中,铁碳合金相图的教学内容取自大连理工大学编著的《机械工程材料》。在教学中,把握教材基本点,运用多种教学手段,制造兴趣亮点,尽可能地把抽象的、枯燥的相图内容形象化,让整张相图以鲜活立体的形式再现,动起来的形象引发学生的联想,激发学生学习的激情,使学生能快速、彻底地掌握、分析铁碳合金相图,收到了良好的教学效果。

一、全面讲解

铁碳合金相图的知识繁多,需要逐一理解并记忆。为了帮助学生记忆,笔者将概念讲得深入浅出,从命名到形貌全面讲授,使学生对每一个根据都能树立正确的理解。通过改变合金的化学成分或组织结构,可以进一步提高金属材料的力学性能。金属材料是金属及其合金的总称,而钢铁是现代工业中应用最为广泛的合金,是以铁和碳为基本组成元素的合金,故又称为铁碳合金。但在讲解渗碳体(Fe₃C)时,先讲解碳来源于奥氏体,是铁碳合金冷却时,从奥氏体中析出的产物,非因碳渗入铁而得名。

讲解时,由浅入深,将铁碳合金相图的组成作为第一部分,指出横纵坐标的含义、成分范围(Fe-Fe₃C的部分),强调含碳量仅从0%~6.69%的原因。含碳量高的铁碳合金,脆性很大,加工困难,没有实用价值。第二

部分是Fe-Fe₃C相图的简化。第三部分为相图中重要的点、线的含义,要讲清6个点的含碳量、所处的温度及含义、6条特性线的物理意义,并根据每个点和每条线的分析,写出相图中各区域的组织。第四部分是按照成分对铁碳合金分类,钢和白口铸铁的概念及亚共析钢、共析钢、过共析钢的含义,并分析含碳量的范围及组织。

二、知识点形象化

铁碳合金相图中各种组织的学习既是重点又是难点,很多学生对于铁素体(F)、奥氏体(A)、渗碳体(Fe₃C或C_m)、珠光体(P)和莱氏体(Le)这些组织的名称和形貌很难区分和理解。我们就在理论教学的同步配置了相应的实验课,让学生们在实验室里通过显微镜观察各相、组织的结构,将结构和图像、名称一一对应起来,有助于理解和掌握五种基本组织是根据合金中碳的含量和存在的状况而划分,铁素体是碳溶解在α-Fe中形成的间隙固溶体,奥氏体是碳溶于γ-Fe中形成的间隙固溶体,渗碳体是含碳量为6.69%的铁碳化合物(用化学式Fe₃C表示),珠光体是铁素体和渗碳体的混合物,莱氏体是奥氏体和渗碳体的混合物。

学生初学铁碳合金相图时,最大的感受就是相图较为复杂,各类铁碳合金随温度的变化又引出了各种组织,难于记忆。为此,教师教学时,努力挖掘教材,力求用通俗易懂讲解枯燥乏味的知识点。图形讲述时,先抓住三条水平线这个大骨架,并比喻为海面,两端即为海岸,把共晶线、共析线上方的线条形态想象成两对向上的海燕正在展翅飞翔,让学生迅速记住最大海面PSK为A₁线,小翅膀GS为A₃线、大翅膀ES线为A_{cm}线,一边绘图一边讲解,增加了内容的趣味性和形象性。

此外,还充分应用比喻和实例,将抽象名词通俗化,通过学生熟悉的具体事物去理解抽象的概念。例如,在讲述珠光体的组织形态时,先说明字母P的含义(Pearlite)和英文来源(mother of pearl),再以珍珠贝壳加以比喻,并引用日文译名“波来士”,引导学生想象海水冲击沙滩后留下的条条波纹,加深了学生对

珠光体组织形态特点的理解，很快就记住了字母符号代表的组织。

三、实施讨论

学而不思则罔。为了促进学生对相图的积极思考，我们在教学进度的中段设计了课堂讨论环节，承前启后，抛砖引玉。教师在讨论中用简明准确的语言进一步帮助学生总结，复习共晶反应、共析反应、让学生得出所学知识结论或规律，体验到学习的成就感，增强后继学习的兴趣。

根据全面的学习内容，教师编写讨论题目，要求学生在课外预习和复习，课内对讨论内容做出学习笔记。教师巧妙设疑，以问引答，形成导学模式。教师在讨论时建立热烈的讨论气氛，借助多媒体手段动态地展示铁碳合金相图中的七点六线，直观地显现钢材整个结晶的微观过程，以兴趣小组为单位，就每个点每条线的温度、成分及相关的反应有的放矢地进行启发和引导，实现认知——学习——深化的过程。通过课堂讨论，学生和教师形成互动，可以提高学习兴趣，激发思维浪花，学生由被动地听讲转化为主动思索，极大地强化了教学的效果。

知识，只有靠积极的思维得来。在课堂讨论时，教师将知识点进行了划分和梳理，小组成员共同思考，温故知新，融会贯通，不仅学习了专业技术知识，而且在潜移默化中形成了团队合作。大家组合在一起，完成了对整个问题的系统认知过程，掌握住相关线和反应的实质，从而达到自主学习的目的，对相图内涵的理解更通透明晰。

随着智能手机的普及，教学类APP悄然走进了课堂。我们利用手机APP开展了班级在线大讨论，或者以教师或学生发起直播的方式将课堂讨论移入互联网，讨论就变得随时随地了。学生可以利用闲暇时间参与讨论，参与度甚至高于课堂表现。讨论的容量信息即刻无限提升，同时也促进了学生自主学习、合理规划时间。

四、学以致用

铁碳合金相图反映了钢材的组织随化学成分和温度变化的客观规律，在实际生产中有十分重要的意义，不但是选材的重要依据，也是制定铸、锻、焊及热处理等成型加工工艺的依据。学习相图的目的就是学会合理正确地选择钢材，应用的基础是学会画相图，根据相图分析不同成份合金的组织、性能和应用的规律，掌握钢材力学性能的变化规律：室温组织随含碳量的变化，最终可导致钢材力学性能的变化，并在实际工作中能根据零件的受力要求来选用合适钢材。

学习后，学生必须了解铁碳合金在冷却后的组织是由铁素体和渗碳体两相组成。铁素体是强度、硬度低、

塑性、韧性高的柔软相；渗碳体是硬度很高、塑性极差的硬脆相。当含碳量为0.8%的钢材通过共析反应生成铁素体和渗碳体的混合相珠光体后，珠光体的强度就远比铁素体高，而塑性和韧性比渗碳体好。这样就有了走笔成章的选材依据，如机械工程中的零部件需要较好的强度、塑性和韧性，选用含碳量 $W_c=0.30\% \sim 0.55\%$ 的钢材；工具钢需要硬度高，耐磨性好，多选用 $W_c=0.70\% \sim 1.2\%$ 的高碳钢；建筑结构中的各种型钢要求塑性、韧性好，应选用 $W_c < 0.25\%$ 的钢材。

一方面根据使用性能要求选好材，另一方面根据成分特点分析性能，这种双向的学习能拓宽学习的知识面，强化学生综合素质的培养，为使学生在将来的工作中具备发现问题、解决问题的能力奠定坚实的理论基础，对学生今后的发展和成长将起到重要的推动作用。

五、结束语

铁碳合金相图的教学内容取自《机械工程材料》课程，成为近机械类专业的核心基础知识，应用极为广泛。教学过程中，笔者一直在不断地思索、学习完善对相图的教学改革。尽管铁碳合金相图的教学内容知识点繁多，经过多年的教学检验，采用多样化、多层次、多途径的形象化教学设计，多种教学方法并用让课堂变得生动、有趣。全面、深入、细致地进行教学主线的设计，形象通俗地讲解，将铁碳合金相图的绘制方法、相图的基础知识、凝固过程中的组织演变规律及相关计算融合在一起，使得学生易学，老师易教，在轻松的学习氛围达到教有所得、学有所获的教学效果，使得这一内容真正对学生将来在工作实践中有所帮助，促进大学生综合素质的培养。

【参考文献】

- [1] 韩雨辰. 对铁碳相图的分析与概述 [J]. 科技经济导刊, 2018
- [2] 周益兰. 铁碳合金相图教学探讨 [J]. 科教论坛, 2017
- [3] 李玉霞. 优质碳素结构钢中碳含量对金属特性影响分析 [J]. 世界有色金属, 2017
- [4] 王勇, 顾锋, 姜宁, 周小青. 《铁碳相图》的教学方法探讨与实践 [J]. 装备制造技术, 2016
- [5] 谢文玲, 周顺勇. 归类法讲解铁碳相图的点、线和相区 [J]. 广州化工, 2015

【基金项目】三峡大学高等教育研究所项目 (No. 1802), 三峡大学高等教育研究所项目 (No. 1743)。

【作者简介】徐喻琼 (1974—), 女, 汉族, 湖北汉川人, 博士, 副教授, 三峡大学机械与动力学院副教授, 博士。马小强, 男, 汉族, 甘肃秦安人, 三峡大学机械与动力学院讲师, 博士