

材料腐蚀与防护课程案例教学实践研究

张 晖

(安徽工业大学 材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要:在材料腐蚀与防护课程教学中,授课老师以丰富的科研案例,利用科研成果辅助教学,可有效提高学生对本专业课程学习的兴趣,加深对理论知识的理解,促进创新和工程应用能力的提升。

关键词:材料腐蚀与防护;案例教学法;应用能力

中图分类号:G642.0

文献标识码:A

文章编号:1671-9247(2015)06-0076-02

Research on the Case Teaching and Practice of the Course Materials Corrosion and Protection

ZHANG HUI

(School of Materials Science and Engineering, AHUT, Maanshan 243002, Anhui, China)

Abstract:The teaching of materials corrosion and protection is expected to efficiently enhance the students' interest in their study of courses by use of the scientific research achievements as an assistant teaching method with plenty of scientific research cases, make the deep understanding of theoretical theories and promote their abilities in the innovation and engineering application.

Key words:materials corrosion and protection; case teaching method; ability of application

材料腐蚀与防护课程是由物理化学、电化学、冶金、材料和微生物学等多学科交叉渗透所形成的一门非常重要的材料专业基础课程。金属的腐蚀与氧化是一种自然自发过程,我国每年因金属材料腐蚀破坏所造成的直接经济损失超过千亿元,而因腐蚀破坏造成管道爆炸、泄露等间接人员和经费的损失更加惊人。因此,研制开发高品质耐腐蚀用钢,研究腐蚀规律,解决关键零部件腐蚀破坏、开发创新性的防护方法是国内冶金、化工等支柱行业迫切需要解决的重大问题,^[1]培养具有创新能力和工程应用背景的防腐蚀保护人才已成为企业重要的人才需求。

但是,国内自2000年起由于高等教育专业调整,大多数工科院校逐渐将腐蚀与防护专业合并到材料工程和材料学方向,专门针对腐蚀与防护专业研究和培养的学生人数大大减少。因此,加强材料科学与工程专业本科生腐蚀与防护课程的学习,特别是以提高学生“创新能力、工程应用能力”为培养导向的腐蚀与防护课程建设,可更好地吸引部分大学生未来从事腐蚀与防护方面工作,是解决防腐蚀人才短缺,工程应用和创新能力不足的有效途径。

一、材料腐蚀与防护课程基本教学内容及存在的主要问题

材料腐蚀与防护课程主要包括金属氧化理论、电化学腐蚀机理和材料保护方法三方面内容,是一门理论性与实验、实践并重的专业基础课。培养目标是在理论学习的基础之上,使学生能够胜任该领域基本的工程应用与研究工作的实践能力,以及耐腐蚀产品开发的创新能力。

本课程的特点是基本概念和公式多,理论抽象,计算与公式推导较难,使学生系统掌握该课程的内容比较困难,学习难以形成兴趣。具体表现在以下方面:

教材内容陈旧,过分偏重理论。目前金属氧化的经典教材主要有编译的《金属高温氧化导论》和中科院金属所编写的《金属高温氧化和热腐蚀》,均主要针对研究生和从事氧化工作的科研人员。《腐蚀电化学理论》新教材尽管每年都有出版,但内容大体相似,偏重于电化学基础理论,特别是缺乏工程实例和应用背景。而冶金与金属材料类本科生往往电学、化学理论基础较弱,实际工作更多地面对工程应用和性能评价,导致学生知识学习和应用的脱节,学习过程往往是从理论中来,然后经过记忆应付考试,缺少对实际问题分析能力、应用能力和创新能力的培养。

重点知识不突出。金属材料的氧化与腐蚀均是材料腐蚀与防护的重要研究内容,但两者又是相对独立的内容。目前的教材或者单独讲氧化,或者单独探讨腐蚀,很少有教材涵盖了金属氧化与腐蚀两部分内容。即使部分涵盖了两方面的教材,也存在所讲内容过于追求知识点覆盖,但重点知识不突出等主要问题。

由于缺少最新的应用和科学研究成果介绍,对于新材料的研制和新的氧化、腐蚀科学问题的不断涌现和发展,缺乏前沿性和指导性。将新的科学问题提出并将新的应用进展引入教材,对激发学生兴趣,更好地掌握和理解课程是非常必要的。

二、以“创新能力、工程应用能力”为培养导向的材料腐蚀与防护课程案例教学实践

案例教学过程中教师的责任除熟悉教材外,还要求教师积极投入科研,具备相当的科研能力和经验。

收稿日期:2015-07-02

作者简介:张 晖(1976—),男,安徽马鞍山人,安徽工业大学材料科学与工程学院副教授,博士。

教学案例的编选必须以科研为先导,有明确的针对性,确保案例的质量。案例教学的可贵之处,正是在于它从社会实践需求问题出发,开始教学程序,而在每一个重点内容教学结束,又恢复到问题的解决上,从而使学生通过案例学习获得知识应用的经历和感悟,突出知识重点,培养学生工程应用和创新能力。^[2]例如,本课程氧化部分最重要的知识点是氧化膜生长理论,腐蚀部分是电化学腐蚀机理,典型教学案例如下。

金属氧化案例教学——铁的高温氧化及合金选择性氧化

对于冶金与金属材料类本科生,氧化膜生长理论主要涉及钢铁材料的氧化和 A-B 二元合金的选择性氧化。铁的氧化层结构复杂,从内层到外层依次为 FeO、Fe₃O₄、Fe₂O₃,但三种氧化物的生长过程学生很难理解。笔者结合科研向学生展示低碳热轧带钢 800 °C 氧化层扫描电镜组织照片,从图 1 可见铁的氧化层中 FeO、Fe₃O₄、Fe₂O₃ 从内到外依次分布,而且铁氧化层结构中内层 FeO 厚度占比接近 90%。并据此向学生指出这主要是由于 FeO 生长速度较快,导致氧化层迅速增厚。因此,FeO 的生成是钢铁材料不耐氧化重要原因,而 Fe₃O₄、Fe₂O₃ 层较薄,有一定抗氧化保护作用。

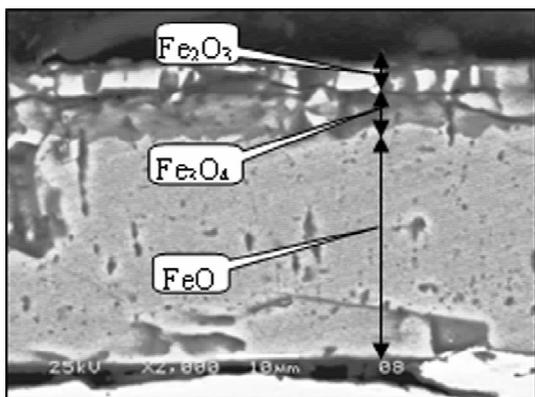


图 1 低碳热轧带钢养成典型结构组织

针对 A-B 二元合金选择性氧化,学生往往无法理解合金元素优先氧化的原因和作用,不明白选择性氧化的工程意义。笔者结合热轧厂实际使用高铬铸铁热轧辊使用前往往往需要对新辊进行 500 °C 预氧化“烫辊”的工程实践,并结合氧化层组织结构研究照片,指出高铬铸铁热轧辊虽然 Cr 含量一般低于 25%,远低于基体中铁元素含量。但是,由于 Cr 与 O 的结合力显著高于 Fe 与 O 的结合力,新辊“烫辊”可使辊面优先形成一层连续、致密、具有较高硬度、连接性好的 Cr₂O₃ 膜,可显著提高基体表面的耐氧化和高温磨损性能,并进而指出预氧化温度的控制是促使高铬铸铁中 Cr 元素能够优先氧化,形成选择性氧化的重要因素。^[3]从而使学生摆托氧化一定对材料有害的固定思维,意识到氧化理论与合金成分设计、工程实践之间的密切关系。

金属腐蚀的案例教学——铁的极化曲线与腐蚀机理

对于本科生而言,金属材料的腐蚀最重要的是让

学生掌握电化学极化曲线的分析及测试方法,明白受阴、阳两极控制的电化学腐蚀机理。一般的教材往往通过电学和化学公式来分析电化学腐蚀产生的原因,理论学习枯燥。而采用案例教学利用 ppt 动画可很方便地向学生展示三电极法测试极化曲线的过程,调动学生学习积极性。并可根据实测极化曲线讲述材料耐腐蚀性能的评价指标,以及钝化电位和电流的分析。

此外,学生虽然能够理解电化学腐蚀机理主要是受阴阳两极的控制,但对电化学腐蚀的危害难以透彻理解。图 2 所示是钢铁材料中典型的铁素体和珠光体两相组织表面腐蚀产物的生长形貌,从图中可以看出珠光体表面腐蚀产物保留了铁素体和渗碳体层片状生长特征,这主要是由于珠光体中铁素体和渗碳体电极电位相差较大,形成阴阳两极。学生可直观地从图中明白受阴阳两极控制的电化学腐蚀对材料腐蚀危害巨大,是材料腐蚀加速的重要原因。

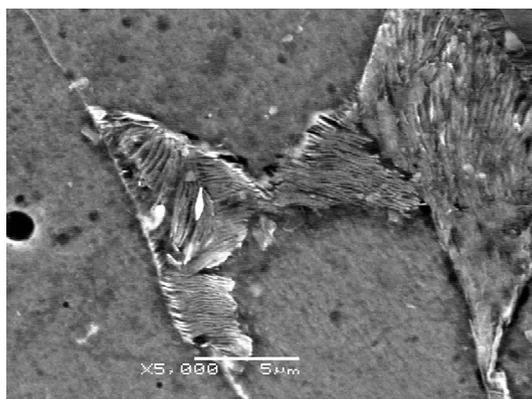


图 2 珠光体表面受阴阳两极电化学腐蚀控制的表面产物形貌^[4]

三、结语

大学教育是教师与学生的互动。案例教学可以将教师的学术成果和讲授课程很好地衔接,将教师的科学研究体验传授给学生,充实提高课程内容。每一个案例对学生都是一次全面的综合训练,可加强理论与实践的结合,锻炼学生综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力,同时加深对理论知识的理解,培养学生的科研创新意识。

参考文献:

- [1]孙宝龙,曹荐,斯庭智,张庆安. 带锈层 NSB 钢在模拟海水中的电化学腐蚀行为[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2013, 30(2): 124-128.
- [2]席培胜,刘兰. 案例教学在岩土工程专业课程教学中的应用[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2012, 29(2): 132-133.
- [3]胡灶福,张晖. 高铬铸铁高温氧化产物转变和动力学研究[J]. 热加工工艺, 2013, 42(4): 157-160.
- [4]车马俊,张晖,穆海玲,万兰凤. 成分调整对 09CuPCrNi 耐候钢耐腐蚀性能的影响[J]. 热加工工艺, 2009, 38(14): 17-20.

(责任编辑 汪继友)