

金属材料学课程建设的实践探索

●罗穗莲 王玉海 侯琼*



[摘要] 金属材料学作为材料科学领域的一门核心课程,其重要性不言而喻。金属材料在人们的日常生活中扮演着重要的角色,从家用电器到汽车、飞机,从建筑到桥梁,几乎无处不在。这些金属制品不仅为人们的生活带来了便利,同时也是现代工业发展的重要基石。本文从金属材料学课程建设的必要性和实践探索两方面进行了探讨,实践探索包括授课教师团队的培养和课程建设元素的挖掘等内容。本文旨在培养学生分析问题,并将知识应用实际的能力,同时促进学生创新思维的发展,实现对学生价值观的积极引导。

[关键词] 金属材料学;课程建设;实践探索

随着科技的进步和工业的升级,金属材料的应用领域不断拓宽。在航空航天领域,高性能金属材料的应用使得飞行器的性能不断提升;在能源领域,金属材料在风电、核电等设备的制造中发挥着关键作用;在生物医学领域,新型金属材料的研发为医疗器械和植入物的创新提供了可能。因此,学习和掌握金属材料学的知识,对于培养具有创新精神和实践能力的高素质人才具有重要意义。

金属材料学课程涵盖了金属材料的发展历史、现状及未来发展趋势,深入剖析了金属材料的合金化原理,并详细阐述了如何利用这些原理分析工程构件用钢、机器零件及工模具用钢、不锈钢、耐热及高温合金、铸铁、有色金属及其合金等的合金化特征和热处理工艺特点;同时,还介绍了选择材料与使用材料的原则和方法。通过这门课程的学习,学生可以系统地掌握金属材料的基础知识,为后续的专业学习和职业生涯打下坚实的基础。在当前我国大力推动创新驱动发展的背景下,金属材料学课程不仅要传授专业知识,更要注重培养学生的创新思维 and 实践能力。

金属材料学课程建设的必要性

在金属材料、无机非金属材料和高分子材料三大类材料中,金属材料仍然占据主要地位。家用电器、汽车、飞机、火箭、建筑、桥梁等都离不开金属材料,日常生活中充满了金属材料。相同的金属材料经过不同的处理方法具有不同的性能,而不同的金属材料也可能具有相同的性能。除了讲授教材的理论基础知识之外,教师还需要引导学生树立正确的价值观和科学观。挖掘课程中的建设元素并将其融入课堂教学中,将专业基础知识与课程建设教育有机结合,可

以激发学生的专业热情 and 责任感,培养学生好学不倦、勇于探索创新的精神。因此,在金属材料学课程中开展课程建设教学具有重要的意义。

课程建设的实践探索

(一)加强教师的师德师风建设,提升教师的教学能力

全面推进课程建设,教师的作用至关重要。课程建设对教师的授课能力提出了更高的要求,除了具有广泛的专业知识以外,还需要具备正确的价值观和人生观,能引导学生积极向上。为了进一步提高授课教师的综合素质,要求授课教师认真学习关于高校教育的重要讲话,把教师的师德师风建设放在首位,努力将教书育人与自我修养相结合,做到以德立身、以德立学、以德施教,更好担当起学生健康成长指导者和引路人的责任。学校可以每年派教学团队成员参加校内外课程建设和课程建设有关的培训和研讨会,学习其他人课程建设的经验,努力提高授课教师的业务能力和思想素质,培养专业素质过硬 and 师德师风良好的教师队伍。教学团队成员还可以定期开展教学讨论,对课程开展进行深入研究,通过参加教学技能比赛,不断提高教学技能。

(二)课程建设元素的挖掘

在金属材料学课程内容的基础上,根据专业人才培养特色和课程特点,主要可以从以下几个方面挖掘课程建设元素。

1.金属材料发展史中的典型事例

从铜的冶炼、铁的冶炼、到有色金属及合金的冶炼,我国金属材料的发展历史中有许多令人无法忘怀的事件,可以从中提炼出很多课程建设元素。比如,商周时期是我国青

铜器的兴盛时期,编钟和武器盛行。越王勾践剑,被誉为“天下第一剑”,其采用青铜制造,历经两千余年仍然锋利无比,彰显了卓越的铸造工艺。教师可以由剑本身拓展到越王勾践的卧薪尝胆、励精图治,让学生体会“三千越甲可吞吴”的英勇气概,培养学生自强不息的精神。我国是生铁和碳钢冶炼技术的发源地,比欧洲早了约两千年。至今,我国在重型装备的创新和制造方面取得了显著成就,装备制造业的蓬勃发展拥有世界第一的制造总量。港珠澳大桥是世界上最大的钢结构桥梁,钢桥用钢量达42.5万吨。韶钢、河钢、太钢等多家钢铁公司提供了包括螺纹钢、盘螺、高线、钢箱梁、含钒高强抗震螺纹钢、精品板材、双相不锈钢钢筋,以及首次在国内跨海桥工程中使用的耐候钢等多种钢材。港珠澳大桥的建成离不开新材料、新工艺和新技术的应用,这一成就不仅展示了工程领域的创新突破,也体现了建设者们攻坚克难、探索创新的奋斗精神。教师应该引导学生学习和传承这种精神,激发他们勇攀科技高峰的决心和勇气。

2. 发挥榜样人物的引领作用

金属材料领域有许多著名科学家对金属材料的发展做出了很大贡献。著名的材料科学家徐祖耀院士是我国马氏体相变研究奠基人之一,他率先在我国开展纳米材料相变的研究,在相变热力学、马氏体和贝氏体相变等领域作出了卓越的学术贡献。为金属材料“反腐蚀”的人——著名材料科学家肖纪美院士,以其坚定不移的意志克服重重阻碍,从美国回到国内。他在铬锰氮奥氏体耐热钢的原始性科研方面作出了重要贡献,开创了节镍不锈钢耐热钢的系统研究,对我国铬锰氮系不锈钢的发展作出了重要贡献。肖纪美院士开展断裂分析,推动了断裂学科的发展,分析解决了我国经济建设和国防建设中许多重要材料的断裂和质量问题。著名的金属学和材料学家师昌绪院士是我国高温合金和新型合金钢领域的开拓者,主持开发了铁基高温合金GH135、铬锰氮耐蚀钢及铁锰铝奥氏体钢,为我国铁基合金的发展打下了基础。著名金属材料学家周惠久院士立志献身工程科学,主持创办了我国最早的金属热处理专业和铸造专业,解决了低碳钢不能直接淬火强化的问题,开辟了材料学新领域。有杰出贡献的科学家还有很多,教师可以鼓励学生在课下搜集他们的故事,学习他们身上的闪光点。除了著名的科学家之外,还有很多在平凡岗位上兢兢业业、努力工作的人们。教师可以引导学生观看纪录片《大国工匠》,学习他们“精雕细磨、精益求精”的工匠精神和“热爱本职、爱岗敬业”的赤子情怀。

3. 理论与实验相结合,培养学生理论联系实际的能力

金属材料的种类繁多,每种材料的组织和性能与热处理工艺息息相关,相同的材料采用不同的热处理工艺后得到的

组织不同,因而性能差异极大。因此,在制定热处理工艺规范和进行热处理操作时都需要严谨细致。加热温度只相差几度或保温时间只相差十几二十分钟,都可能导致最后得到的材料性能达不到使用性能的要求。比如,史涛等研究了淬火温度对W6Mo5Cr4V2高速钢显微组织和硬度的影响,发现W6Mo5Cr4V2高速钢最佳淬火温度为1100℃。淬火后组织中碳化物分布均匀,存在二次硬化现象,温度较低或较高都会导致材料综合性能下降。课堂讲授这部分内容时,学生的感受并不深刻。为了增强学习体验,教师可以引导学生制定W6Mo5Cr4V2高速钢的淬火工艺流程,制备不同的淬火加热温度和保温时间的样品,然后磨制金相样品观察组织特征;再测试不同条件样品的硬度、强度等力学性能,最后分析总结实验结果。学生通过实验,可以了解在进行热处理操作时应注意的问题,加深对课堂知识的理解,明白差之毫厘、失之千里的道理,培养学生严谨细致的工作作风和理论联系实际的能力。

4. 教学与科研结合,培养学生的创新思维能力

《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》中提出:“强化科教协同育人,推动学生早进课题、早进实验室、早进团队,将最新科研成果及时转化为教育教学内容,以高水平科学研究支撑高质量本科人才培养。”鼓励学生在掌握金属材料的有关理论知识后,积极参加大学生创新创业项目或教师的科研项目,将所学专业知识与科研相结合,培养学生的创新思维能力。学生将独立完成从文献调研以确定研究课题、撰写项目申报书、执行具体的实验步骤,到整理与分析实验数据的全过程。在确定研究课题过程中,学生需要查阅大量的文献资料,学生可以了解到该领域的最新研究成果和我国在该领域拥有自主知识产权的新材料、新技术和新工艺,以及我国在该领域的研究水平与国外相比有哪些优势和不足。创新性实验与课程的验证性实验不同,在做实验的过程中,可能会遇到各种各样的问题,如设计的实验路线不能顺利完成、实验过程中设备仪器故障等。实验数据的整理与分析,要求学生既要有扎实的专业基础知识,还要能将所学知识灵活应用。在实验过程中培养学生分析问题和解决实际问题的能力,培养学生好学不倦、勇于探索创新的精神。

5. 典型零件失效案例分析,培养学生分析问题的能力

大量的零件在使用过程中,会出现各种各样的失效损坏现象,导致零件报废。唐小云等对23QD4-284/1和23QD4-287两个批次的高速钢滚刀产生裂纹的原因进行了检查分析。23QD4-284/1高速钢滚刀热处理后,在其端面 and 内孔均发现裂纹。经过硬度和金相检查发现滚刀过热、晶粒粗大、硬度偏高,分析得出滚刀产生裂纹的主要原因是淬火温度偏高导致的过热。23QD4-287批次高速钢滚刀的内孔也

发现裂纹,使该批滚刀全部报废。金相检查和能谱分析表明,高速钢材料在冶金过程中的成分偏析导致局部碳化物堆积是导致滚刀断裂的主要原因。相关学者对某磨煤机 42CrMo 渗碳钢齿轮从应力分析、形貌分析、成分分析、金相组织分析和力学性能检测等方面进行了失效分析研究,发现轮齿断裂属于多次累积损伤产生的疲劳断裂,还发现齿轮表面并没有经过表面热处理,表面硬度未达到设计要求。邯钢一炼钢厂生产的规格为 $\phi 12 \sim 90\text{mm}$ 的 20CrMnTi 圆钢,在使用过程中发生了几起较为典型的加工开裂问题。相关学者经过系列分析,发现导致 20CrMnTi 钢加工开裂的原因主要来自炼钢时夹杂物引起的铸坯裂纹、轧制时划伤或折叠缺陷,以及用户加热工艺不当使工件产生过烧现象。相关学者分析了 GCr15 轴承钢球化退火钢材的缺陷组织,发现此批钢材球化组织缺陷产生的原因是原始钢材组织不均匀,网状渗碳体较严重,球化温度过高或保温时间过长,保温后冷速过快。某 304 材质的不锈钢管道,在用于 96% 以上乙炔气体输送三年后出现了底部局部位置泄漏情况。相关学者研究发现管道泄漏的主要原因是管内壁的局部点蚀,经过检测发现,在工业乙炔中少量的 H_2S 和管道内部聚集的冷凝水中微量 Cl 元素的共同影响下产生了不锈钢点蚀情况。针对河北省某大型锅炉电厂的 15CrMoG 高温过热器发生的爆管事故,相关学者对失效管子进行了化学成分、微观组织、氧化、硬度及拉伸性能分析,发现珠光体球化和内壁氧化严重,布氏硬度偏小,力学性能下降,尤其抗拉强度不能满足 GB5310 标准要求,是导致爆管失效的主要原因。

实际生产中还存在大量的由于各种原因造成的零件失效案例,可以引导学生自主查阅文献资料,了解各种失效产生的原因和预防措施。通过案例分析,帮助学生认识从原材料的冶炼、零件的成型、机械加工及热处理工艺等工序是环环相扣的。每个工序都必须符合规范,任何一个环节出现

问题都会导致零件可能报废,这样的教学方法旨在培养学生的规范意识。

Q 结束语

通过深入挖掘课程建设中的关键元素,金属材料学课程实现了教育与理论知识的有机结合,旨在帮助学生掌握专业基础知识的同时,培养他们分析问题和解决实际问题的能力。此外,课程还致力于培养学生的创造性思维和科学素养,鼓励他们养成勤奋好学、不断探索和勇于创新的精神。

参考文献

- [1]高文博,张劲文,苏权科,等.港珠澳大桥钢结构制造策划与实践[J].钢结构(中英文),2021,36(06):1-23.
- [2]景强,郑顺潮,梁鹏,等.港珠澳大桥智能化运维技术与工程实践[J].中国公路学报,2023,36(06):143-156.
- [3]戎咏华.徐祖耀院士的学术贡献[J].热处理,2011,26(04):1-15.
- [4]史涛,李方杰,鄢翊飞,等.淬火温度对 W6Mo5Cr4V2 高速钢显微组织和硬度的影响[J].热处理技术与装备,2021,42(05):1-4.
- [5]唐小云,贺清林,程涛.高速钢滚刀裂纹原因分析[J].工具技术,2019,53(03):138-139.

作者简介:

罗穗莲(1972—),女,汉族,广东韶关人,博士,副教授,华南师范大学化学学院,研究方向:有机光电材料。

王玉海(1981—),男,汉族,广东湛江人,博士,副教授,华南师范大学化学学院,研究方向:锂离子电池材料。

通讯作者:

侯琼(1973—),女,汉族,四川达州人,博士,教授,华南师范大学化学学院,研究方向:有机电极材料。