

高速铁路系统的电磁兼容与电磁安全

完成人: 闻映红, 张丹

一、课程和案例的基本情况

课程名称: 电磁场与电磁兼容

授课对象: 电子信息类、电气类、自动化类本科生

课程性质: 专业基础课

课程简介: 随着我国制造业的快速发展,尤其是信息、通信、网络和计算机等技术的高速发展,电磁兼容技术成为限制我国制造业及高新技术产业发展的瓶颈之一。本课程作为电子电气及自动化类的专业主干课,主要介绍电磁场理论和电磁兼容技术,具体内容包括矢量分析、时变电磁场、电磁场定理、平面电磁波、天线基础、传输线理论、电磁兼容基本概念、电磁干扰的传输与耦合、电磁干扰的抑制措施和电磁兼容测量技术。通过本课程的理论学习和实验,使学生掌握电磁场、电磁波、天线、传输线和电磁兼容的基本知识,学会应用场的概念去分析和解决问题,应用所学的理论知识去分析解决工程实践中遇到的电磁干扰问题。培养学生对所学理论知识的应用能力和解决实际问题的能力,增强学生的实践动手和自主创新能力。2023年本课程被评为国家级一流课程。

案例简介: 本案例通过对轨道交通现场列车控制系统关键设备 ATP(自耦变压器所)电磁干扰故障的现象阐述、原因分析、故障诊断与处理的全过程讲解向学生教授电磁干扰传输耦合的基本概念及分析方法,培养学生应用基础理论解决实际问题的能力,让学生掌握从系统角度分析问题的方法,培养学生的科学家精神,塑造学生爱国敬业的价值观,见图 1。

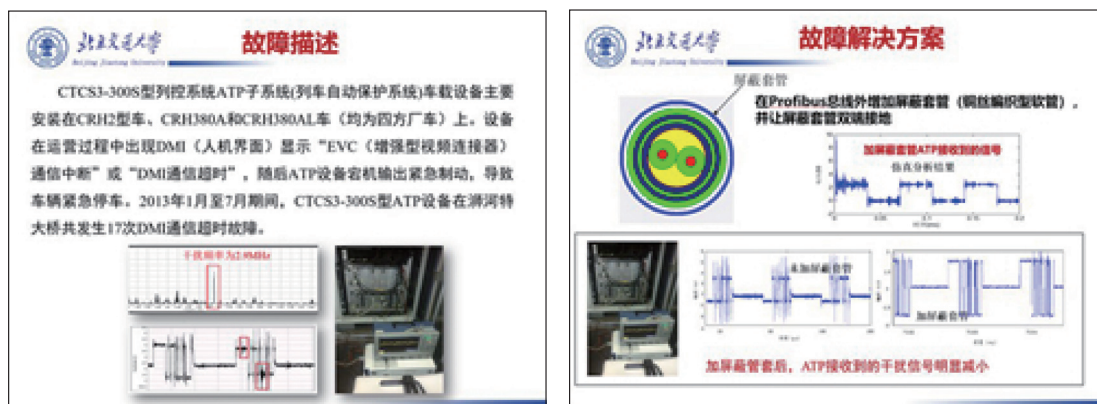


图 1 工程案例

二、案例蕴含的思政元素分析

我国高速铁路在自主创新的过程电磁干扰故障频发。例如,2013年1月至7月期间,CTCS3-300S型ATP设备在浞河特大桥共发生17次DMI(直接媒体接口)通信超时故障,导致停车与延误等问题,影响高铁正常的运输秩序与运输效率。受限于系统集成技术的应用,在故障原因分析过程中设备商将故障问题归结于设备本身,但一直未能解决该问题。我校电磁兼容实验室针对我国高铁的关键技术瓶颈,结合多年的理论与试验验证,确定了该故障问题是因设备布局走线不合理所导致的。在设备走线时,220V交流输电线在23m的距离上与连接ATP设备和DMI设备的Profibus(现场)总线平行走线。交流输电线上的电磁骚扰通过线间串扰耦合的方式耦合到Profibus总线上导致DMI通信故障。最后通过在Profibus外使用屏蔽套管的方式解决了该问题。

基于电磁干扰问题的分析,向学生介绍提出满足工程应用需求的、成本最低的电磁干扰故障问题的整改方案;创新性的将工程案例与理论教学进行结合,在讲解电磁骚扰的传输耦合基础理论的同时培养学生系统性、兼容性思维与工程实践能力;并且在案例的讲解过程中融我国高铁建设中科技工作者的奋斗过程,塑造了学生爱国敬业的价值观及大国工匠精神,着力培养新型复合式人才。

三、案例教学整体设计

(一) 教学设计

本课程建设紧密结合“交通强国”“智慧交通”“科技交通”的要求,将专业知识和思政元素结合起来,在教学中挖掘家国情怀、社会责任、工匠精神、人文精神、创新理念等思政元素,以培养具有爱国、爱岗、创新和创业能力的高素质应用型人才为目标,完成课程教学大纲的多次修订,完善教学知识点,拓展课程知识点对应的思政内容,让学生在学知识的同时,创新价值理念。

根据“电磁场与电磁兼容”课程特点,在进行课程思政建设时,从以下四点进行。第一,提高工科师生的思想认识,从根本上摒除“轻思想教育,重专业知识”的教学思想。第二,打造课程教学团队,更好地实现课程思政建设目标,达到理想的教学效果,彰显课程思政的魅力。第三,创新教学方法,在现有的条件下,引入案例教学,扩展思政课程内容。第四,开展研究型教学,让学生参与高铁列控设备电磁兼容实际案例分析,将实践与思政教育相结合。

(二) 教学实践

1. 工程案例与教学内容深度结合,在专业知识讲授中融入思政教育。

本工程案例应用于教学时从以下两个方面开展:一个方面是结合“电磁骚扰的传输耦合”的相关内容对ATP与DMI通信故障的原因进行分析;另一方面是结合“抗干扰技术”的相关内容对电磁干扰故障解决方案进行探讨。

在讲解干扰故障原因(图2)的过程中,应用教学内容中的电磁骚扰的传输耦合的基本理论,建立 Profibus 与交流供电线的串扰耦合模型,通过干扰测量、现象分析、理论证明相结合的方法的对电磁干扰故障的产生机理进行剖析。在这一过程中教会学生如何将理论方法应用于实践中,培养学生的系统性思维方式。

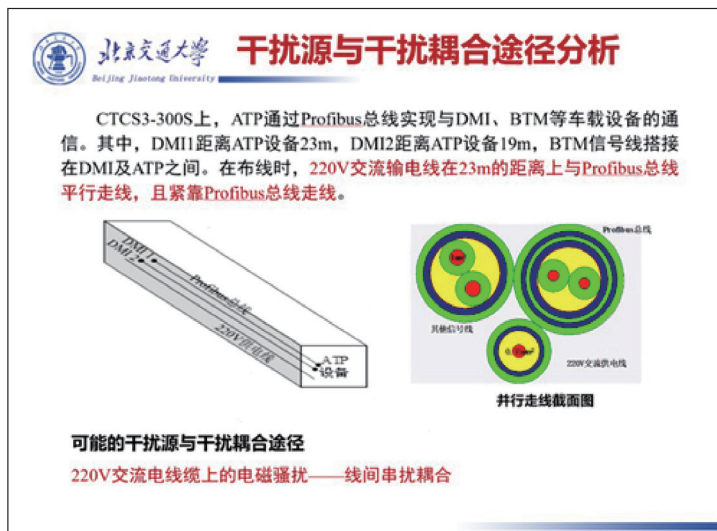


图2 故障原因分析

在讲解电磁干扰故障的解决方案的过程中,结合教学内容“抗干扰技术”中线缆屏蔽与屏蔽线缆接地的基本原理,向学生介绍满足工程应用需求的、成本最低的电磁干扰故障问题的整改方案,培养学生的兼容性思维方式;并且在讲解过程中融入我国高铁建设中科技工作者的奋斗过程(图3),塑造学生爱国敬业的价值观及大国工匠精神。

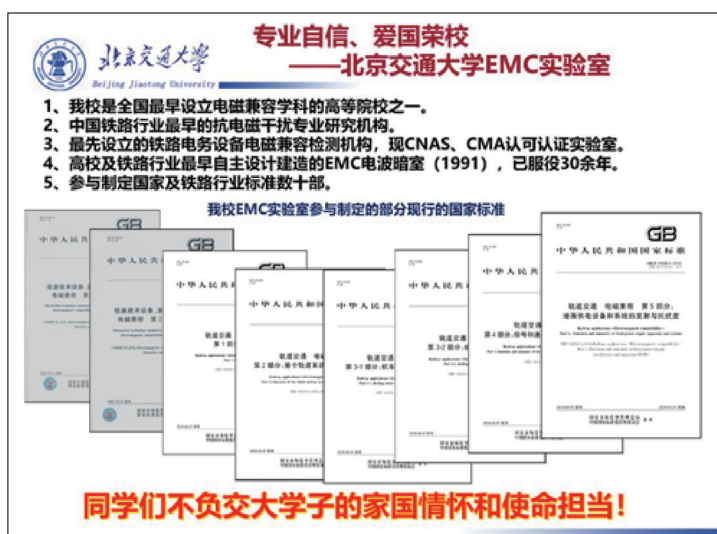


图3 我国高铁建设中科技工作者的奋斗过程

2. 采用研究型教学方法,在教学过程中将研究、实践与思政教育相结合。

在教学过程中鼓励学生利用课程教授的相关知识通过组队的方式完成案例分析、方案撰写、仿真分析(图4)及实验验证,全面培养学生的创新实践能力及应对复杂问题的能力。在师生开展方案探讨、问题剖析的过程中,实现“知识传授”与“价值引领”的融合统一,让学生充分理解科研工作人员的创新精神、工匠精神,培养学生的社会责任感及民族自豪感。让学生真正成为复合型工程创新技术人才。

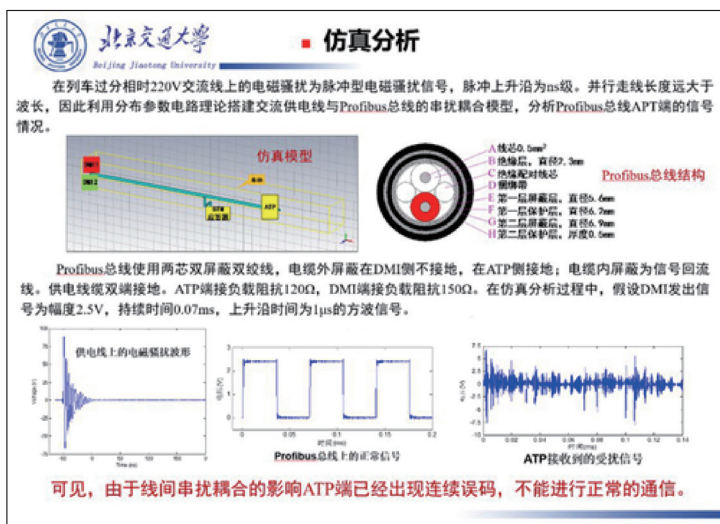


图 4 故障问题仿真分析

(三) 教学反思

应用案例教学,通过讲解我国技术人员解决高铁电磁干扰故障问题的全过程,激发了学生的学习热情。同学们也反映自己不仅掌握了基本软硬件的使用方法及基本专业知识,更在学习的过程中锻炼了坚持不懈、吃苦耐劳的精神。学生对专业学习及科学研究的自信心受到了极大的鼓舞。但目前应用案例教学的过程中,学生利用课程基本原理和基本方法解决工程实际问题的能力不够,自主学习能力和工程素质还需进一步培养。下一步将通过思政教育让学生进一步明确学习目标,完善和提高案例教学在教学过程的作用,开展翻转课堂让学生对案例的思政内涵进行剖析提高学生的动力。