

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.04.016

欢迎按以下格式引用:田维锋,孙测世.唯物辩证法五大范畴在桥梁检测与加固技术课程教学中的应用[J].高等建筑教育,2020,29(4):109-116.

唯物辩证法五大范畴在桥梁检测与加固技术课程教学中的应用

田维锋,孙测世

(重庆交通大学 土木工程学院,重庆 400074)

摘要:五大范畴是对事物最普遍辩证关系的概括和反映,它从不同侧面揭示了物质世界的普遍联系和发展,是思政课的重要教学内容。在桥梁检测与加固技术课程教学中挖掘和提炼教学内容所蕴含的辩证唯物主义思想,通过几个典型案例的阐述将五大范畴融入有关桥梁专业课程教学,探讨桥梁专业课程与思政课同向同行、合力育人的教学模式,推进工程教育的理念创新、模式创新。

关键词:唯物辩证法;五大范畴;桥梁检测与加固;教学创新;案例教学;思政课程

中图分类号:G642.0;TU997

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2020)04-0109-08

唯物辩证法的世界观和方法论是正确、全面认识社会和自然界的最重要的方法,了解掌握这种方法对我们的工作、学习以及教学改革有着重要的指导作用。在唯物辩证法的理论体系中,基本规律揭示了事物总体性全过程最普遍的本质关系。此外,还有揭示事物联系和发展诸方面问题的五大范畴:本质和现象、内容与形式、原因和结果、必然性与偶然性、可能性与现实性,它们都是对立统一的关系,是人们在思维中对物质世界普遍联系和永恒发展的辩证图景,以及不同侧面的阐释和概括^[1]。在2019年3月18日学校思想政治理论课教师座谈会上,习近平总书记指出:“思维要新,学会辩证唯物主义和历史唯物主义,创新课堂教学,给学生深刻的学习体验,引导学生树立正确的理想信念,学会正确的思维方法。”韩愈在《师说》中说:“师者,所以传道授业解惑也。”这就要求在教学中,教师除了教授学生专业知识之外,还要“传道”,即将唯物辩证法应用到课堂教学中,以此实现教书育人的高度统一。对于专业人员而言,只有专业知识没有哲学的思考永远只是个“匠”,只能在前人的基础上修修补补,扎实的专业知识与深厚的哲学思考相结合才能成为大学问家。这一理念

修回日期:2019-10-29

基金项目:中国交通教育研究会教育科学研究课题(交教研1602-77);重庆交通大学高等教育教学改革研究课题(1603022)

作者简介:田维锋(1976—),男,重庆交通大学土木工程学院副教授,博士,主要从事大跨度桥梁设计与结构非线性分析及科学哲学研究,
(E-mail) zylgghnt@126.com。

也与“卓越工程师教育培养计划”和《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》,提出的具有人文、科学与工程综合素质,面向未来的创新人才的培养要求相契合。因此,高校各类课程与思政课相互融合、渗透,既顺应社会与时代发展的要求,也是教学改革与时俱进的结果^[2-4]。

近年来,在土木工程专业课教学中,许多教师开展了将唯物辩证法“三大规律”融入教学的有益尝试,在教学过程中提炼与相关内容相对应的哲学命题,渗透辩证唯物主义的教育,培养学生的创新素质,引导学生从哲学的高度进行思考学习,取得了良好的教学效果^[5-7]。然而将“五大范畴”与教学相互渗透的教改研究却不多见。

桥梁检测与加固技术课程是土木工程专业学生的专业选修课程。在土木工程专业中,本科及硕士研究生桥梁方向的多数专业课均涉及桥梁检测与加固这一内容。通过该课程学习,学生能较系统地掌握桥梁结构的检查、检测、评定、维修与加固的基本知识、原理、技术和方法,具备桥梁的检查(检测)、荷载试验设计、计算与分析能力,具备常见的梁桥和拱桥的加固分析、设计和计算能力。通过桥梁加固设计的教学,学生能较好地掌握桥梁结构理论、桥梁病害诊断、桥梁检测方法,以及加固设计理论及应用体系^[8]。然而,由于该课程内容覆盖面广,信息量大,且课时有限,学生普遍反映课程学习难度大。笔者和课题组成员依托教改课题,不断进行该课程的教学改革和教学研究,尝试将辩证唯物主义“五大范畴”融入课程教学中,在传授专业知识的同时,培养学生利用唯物辩证法分析问题和解决问题的能力。

一、本质与现象

本质是由事物内在的根本矛盾决定的,是事物的根本属性和内在联系。现象是本质的外部表现,是事物的外部联系与表面特征以及这些特征之间的外部联系^[1]。桥梁结构内在根本矛盾的两方是结构抗力与荷载效应,桥梁出现的诸多病害及各种加固措施都是这对矛盾关系的外在表现。当结构抗力小于荷载效应则出现各种病害现象,桥梁加固的目的则是使结构抗力大于荷载效应。利用本质与现象这对范畴,配合工程案例教学,可以使学生对桥梁病害类型和加固方法等有较深刻的理解。

本质与现象之间存在着对立统一的辩证关系。其对立表现在:一方面,现象是外露的,容易被人的感官所感知,本质深藏于内部,只能靠思维去把握。对于结构抗力与荷载效应的本质关系是不能直接感知的,需要通过裂缝、下挠等病害现象,经过抽象的分析、思考、推理才能获得。另一方面,现象是多变的,本质具有相对稳定性。常见的加固方法有加强薄弱构件、改变结构体系、减轻恒载、增加辅助构件、加固墩台等五大类。各种加固方法虽然复杂多变,但是都反映了使结构抗力大于荷载效应这一桥梁加固的本质。同时,现象是多变且复杂的,有些现象会以歪曲的方式即假象的方式表现本质。如对于T梁桥拓宽加固,最直接的加固方法即表面现象是在T梁下缘增设纵筋和在原T梁两侧增设T梁。而在T梁桥纵横梁拓宽加固法中,则采用在原T梁桥两侧各增设一根抗弯抗扭刚度很大的边梁,同时增设横系梁使新旧结构连接为整体(图1)^[9]。由结构力学的原理可知,各梁分配的内力与其刚度成反比。这方法是在加宽旧桥的同时,加强主梁的横向联系,提高旧桥的整体性,降低单片梁承受的荷载,从而达到提高旧桥承载能力的目的。因此,通过增设边梁这种间接的,

看似声东击西、歪打正着的加固方法,以假象的形式反映了结构抗力大于荷载效应这一加固工作的本质。



图1 T梁桥纵横梁拓宽加固法示意图

本质与现象是统一的,“现象是本质的现象,本质是现象的本质,两者具有同一性”^[1]。一方面现象离不开本质,没有表现本质的纯粹现象。任何桥梁加固措施作为现象都反映了使结构抗力大于荷载效应这一本质,纵横梁拓宽加固法以假象的形式来反映这一本质。另一方面本质也离不开现象,任何本质都要通过一定的现象表现出来,没有不表现为现象的赤裸裸的本质。结构抗力小于荷载效应的本质都是通过各种病害才得以表现,因此本质是可以通过现象来认识的。

二、内容和形式

任何事物都是内容与形式的统一体,内容是内部矛盾、要素、特性、成分、运动和发展的趋势。内容的诸要素不是杂乱无章地堆积在一起,而是以一定的形式结合在一起,形成一个有机的整体,这种把内容的诸要素统一在一起的结构与内容的外部表现方式,我们称之为形式^[1]。桥梁结构也是内容与形式的统一体,在教学中引入内容和形式的概念,有助于学生理解桥梁检测及数据处理的教学内容。

内容与形式之间存在对立统一的关系,它们相互依存,可以相互转化。例如,桥梁线形检测是桥梁特殊检查中的重要项目之一,对判断桥梁健康状态起着关键性的作用。在线形检测中,桥面各测点的标高是检测的内容,各测点标高连线是桥梁线形的组成形式。在“桥梁面相学”理论中,通过对历次桥面形态数据变化的规律进行分析比较,判断桥梁当前安全状况^[10]。此时桥面线形则成为研究内容。

内容与形式又是相互作用的。一方面,内容决定形式,形式必须适应于内容。有什么样的内容就要求有什么样的形式与之适应,内容发生了变化,形式迟早要发生相应的变化^[1]。桥梁检查是对桥梁缺陷和损伤的检查,查找、分析桥梁存在病害及其成因,为桥梁技术状况评定提供依据。按检查的范围、深度、方式和目的,桥梁检查可分为经常检查、定期检查和特殊检查。各种桥梁检查项目构成桥梁检查的内容,不同的检测项目数量和种类则对应着相应的检测等级,即桥梁检查的形式。其中,桥梁经常检查以目测为主,配合简单工具对桥梁设施和结构进行日常巡查;定期检查则是在经常检查的基础上增加桥梁结构混凝土强度、钢筋锈蚀、混凝土碳化深度、保护层厚度等特定的检查项目;桥梁在遭受洪水、流冰、船舶撞击等灾害后,还应进行特殊检查,桥梁特殊检查需要开展专门的现场试验检测、验算和分析鉴定,提出加固维修的建议^[11]。随着桥梁状况的变化,检查的项目和方法也随之变化,尤其在经常检查和定期检查所包含的检查内容不能充分查明桥梁病害和全面反映桥梁健康状况时,则需要引入特殊检查这一新的检查形式。

另一方面,形式对内容有反作用。形式对内容的反作用有两种不同性质的情况,适合内容的形式可促进事物的发展,不适合内容的形式则阻碍事物的发展,因此要善于选择、利用和创造适合事

物发展的形式,破除那些阻碍事物发展的形式^[1]。利用这个原理,在桥梁加固方法的教学中,可以引导学生学习用改变结构形式来加固桥梁的相关内容。20世纪七八十年代修建的多跨简支梁桥普遍存在设计荷载等级偏低的问题,不能适应当前大交通量和高密度车辆通行的需要。从结构力学原理可知,在相同荷载作用下,相同跨径的连续梁和简支梁,前者的跨中弯矩要比后者小近1/3。基于此原理,对于承载力不足的多跨简支梁,可以拆除原桥面铺装的混凝土和伸缩缝,清除梁端破损混凝土后,连接原梁端主筋,并在顶部增设承受负弯矩的钢筋,在相邻梁端之间浇筑混凝土,将相邻主梁连为整体形成连续梁^[11]。这种加固方法改变了主梁间的结构形式,将多跨简支梁改变为多跨连续梁,跨中截面承受活载弯矩的能力将提高1/3,加固效果明显。

三、原因和结果

引起某种现象的现象就是原因,被某种现象引起的现象就是结果。查找和分析病害成因是桥梁检查这一章节的主要教学内容之一。在教学中融入原因和结果这对范畴,可以帮助学生正确找到引起桥梁病害及缺陷的原因,为查找桥梁病害成因提供理论指导,桥梁加固才能对症下药。

原因和结果之间的联系有两个明显的特点:第一,两者是引起与被引起的关系,总是原因在先,结果在后,原因与结果是先行后继的关系;第二,原因和结果是必然联系,只要有一定的原因出现,就不可避免地产生一定的结果^[1]。例如,北方严寒地区为了防止冬季桥面结冰影响行车安全,需要大量使用氯盐除冰,这些桥梁中钢筋锈蚀的病害现象很普遍。在针对这种病害的成因分析中,可以看到氯盐除冰在前,钢筋锈蚀在后,氯离子渗透到混凝土中必然引起钢筋锈蚀,由此可以建立氯盐与钢筋锈蚀的因果关系。

因果联系是辩证的。第一,原因和结果在一定条件下互相转化,在具体的因果关系中原因是确定的,但在错综复杂世界普遍联系发展中原因和结果又是不确定的。同一个现象在一种联系中是原因,在另一个联系中则是结果^[1]。根据因果关系的这一特点,在分析桥梁病害时,可以建立桥梁病害演化的关系链条。例如,侧墙外倾是实腹式石拱桥常见病害之一,可由“原因—结果”形成的关系链条分析其成因。某石拱桥的桥面铺装破损,桥面积水从桥面铺装破损处渗入拱腔填料;拱腔填料含水量增加后改变了填料的力学性质;填料的力学性质改变后在相同车辆轴重的情况下,填料对侧墙的侧压力增加;当侧压力增加至大于侧墙承载力时,则会出现侧墙外倾的病害现象。第二,原因和结果是相互作用的,原因引起结果也可以反过来作用于原因,发生进一步的变化,这就是彼此之间互为因果^[1]。钢筋锈蚀是影响桥梁结构耐久性和承载力的主要病害之一。钢筋锈蚀的直接原因是侵蚀介质破坏了钢筋表面的钝化膜。钢筋锈蚀将产生铁锈,铁锈体积膨胀,使混凝土表面出现顺筋裂缝^[11]。这些裂缝又成为更多侵蚀介质进入混凝土内部的通道,加速了钢筋钝化膜的破坏。同时,钢筋锈蚀产生的腐蚀坑,在钢筋受力时会产生应力集中的现象,可能造成钢筋的应力腐蚀。在以上因素的组合作用和循环作用下,形成了钢筋锈蚀进一步加剧,结构性能进一步劣化的恶性循环。在针对病害的桥梁加固时,利用上述因果关系的辩证原理,引入“链式灾变理论”^[12],阻断桥梁病害演化的关系链条,打破病害的恶性循环,便可以达到有效的桥梁加固效果。

因果联系的辩证关系,还体现在其表现的复杂多变上。在现实中,因果关系呈现出一因多果、

一果多因、同因异果、多因多果、复合因果等多种形式。在教学中引入因果联系的辩证关系,有助于学生进行病害成因分析和加固方法的决策。例如,某桥出现了跨中下挠过大的病害,该病害可以由多种原因造成,如在设计上可能存在设计考虑不周或结构不合理,在施工中可能存在材料有质量问题或施工方法不当,在使用过程中可能存在有超载车的作用或养护缺失等。在对上述下挠病害原因分析时,必须注意区别内因和外因、主要原因和次要原因、主观原因和客观原因、间接原因与直接原因,才能有的放矢地制定正确的加固措施。一因多果也屡见不鲜。例如,粘贴高强纤维复合材料加固法,是采用环氧树脂将高强纤维布(板)直接粘贴在被加固混凝土上,与被加固结构形成整体共同受力。这种加固方法除了增强结构承载力外,还可以限制裂缝发展与提高混凝土抗碳化和防腐的能力。在多种结果中有主要结果,也有次要结果;既有积极的结果,也有消极的结果;有好的结果,也有坏的结果,要全面地看到这些,才能对行为的后果作出正确的评价^[1]。对于粘贴高强纤维复合材料加固法,提高混凝土抗碳化和防腐的能力则是该方法的次要结果。研究表明,起到防腐作用的主要是环氧树脂,纤维层对防腐的贡献有限^[11]。因此,单纯为了实现防腐而提高结构耐久性,采用这种加固方法是不恰当的。

四、必然性与偶然性

桥梁病害具有明显的多样性、偶然性,从偶然的病害中找到必然的病害成因是教学的重点和难点。运用必然性与偶然性这对范畴,学生更容易掌握这一学习内容。必然性就是事物发展过程中不可避免、一定要出现的趋势。偶然性是指客观事物联系和发展过程中并非一定发生的,可能出现也可能不出现,可能这样出现也可能那样出现的不确定的趋势。在事物发展过程中,前者起到支配作用,决定事物发展的前途和方向,后者只能起到加速或者延缓事物进程的作用,对事物发展起到这样或那样的影响^[1]。例如,近年来,重载交通即超载车作用导致的桥梁病害的报道屡见不鲜。在超载车辆的作用下,必然会导致桥梁结构产生结构病害,轻则引起桥面铺装破损,重则直接引起桥梁垮塌。然而对于一起由超载车辆引起的桥梁垮塌事故而言,车辆超载吨位、车辆上桥时间、桥梁破坏程度等因素则具有偶然性。

必然性与偶然性是对立的又是统一的。必然性通过偶然性来表现,偶然性的背后也存在着必然性。在事物发展过程中没有纯粹的必然性,也没有纯粹的偶然性,它们总是结合在一起而发生作用的^[1]。裂缝是桥梁的典型病害现象之一,是反映桥梁结构病害的晴雨表。其中,结构性裂缝是结构在荷载的作用下,混凝土内部拉应力大于混凝土抗拉极限强度产生的。对于T梁桥上每一条具体的裂缝来说,裂缝的走向、宽度、深度等特征是随机的,这体现出裂缝的偶然性。但就裂缝的分布和走向来看,抗弯承载力不足会在跨中梁段出现若干条大致平行,且与底面贯通的竖直裂缝(如图2①);在剪力或弯剪共同作用下,在承受剪力较大的支点附近截面会在腹板两侧对称出现,倾角为 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 斜裂缝(如图2②)。由此可见,偶然出现的每一条裂缝都是结构抗力与外力作用这对矛盾的必然反映。虽然每条裂缝的特征是偶然的,但不同病害类型对应的裂缝分布区域和裂缝走向则是必然的。可见,偶然性背后隐藏着必然性并受其制约,没有脱离必然性的纯粹的偶然性。基于这个原理,在桥梁病害分析中,可以根据裂缝的分布和走向来反推病害成因。

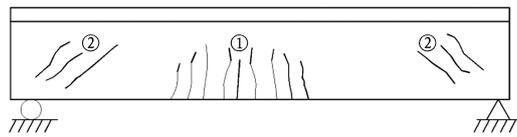


图2 T梁裂缝分布图

必然性和偶然性的统一,还体现在两者一定条件下可以互相转换。一方面,对个体是必然的东西,对整体来说可以变为偶然。例如,梁场在某批次预制梁中使用了掺杂含有氧化镁和硫酸盐的集料。对于使用了这种集料的预制梁来说,发生混凝土集料膨胀反应引起桥梁病害具有必然性。当这批次预制梁架设到桥梁中,对于桥梁来说,因混凝土集料膨胀反应出现病害的个别梁体则具有偶然性。反过来也是一样的,例如采用回弹法测定桥梁结构混凝土强度,受到测点位置、回弹仪标定、人员操作等因素的影响,各测点的回弹量是偶然的,但多个测点的测试结果分布总是呈现出一种稳定性,由此可以得到混凝土强度的确定值。另一方面,在一定条件下必然的情况,在另一种条件下可以转化为偶然。桥梁病害与地域、环境有关,在严寒地区,桥梁结构混凝土在冻融循环的反复作用下,必然引起混凝土表层剥落、开裂等病害现象;而在温热地区,桥梁混凝土发生冻害破坏则成为偶然现象。

在桥梁检查中,要充分认识必然性和利用必然性。虽然桥梁的病害现象错综复杂具有偶然性,但是要从认识到产生病害现象的必然性,才能有针对性地提出加固方法,避免盲目性。加固工作不能忽视偶然性的影响,要全面考虑各种可能突发的偶然情况,做到有备无患,减少和避免偶然因素带来的不利影响。

五、可能性与现实性

可能性和现实性揭示的是事物过去、现在和将来的相互关系^[1]。事物的运动发展都要经历由可能向现实转化的过程。可能性包含在现实中,预示事物发展前途的种种趋势,是潜在的尚未实现的东西。桥梁检测与加固是一门发展的学科,随着技术的进步,桥梁检测手段和加固方法也在不断创新和进步。虽然现有教学内容是建立在既有知识体系上的,但是在教学过程中,教师应结合可能性与现实性这对范畴,通过新技术应用的案例分析,鼓励学生勇于创新,善于使用新技术。

可能性有几种情况:第一,可能性与不可能性。可能性是在现实中存在实现的基础,在一定条件下可以实现的趋势。不可能性是在现实中没有任何实现的基础和条件,不能实现的东西。在选择桥梁加固方法和加固材料时要立足于现有成熟技术手段,如针对环境因素引起的混凝土结构损伤加固,具有可能性的加固方法是增加保护层厚度、选择防腐材料等。这些加固方案和加固材料只能延缓混凝土的腐蚀速率,不可能存在一劳永逸解决混凝土腐蚀问题的加固方法或材料,因为这是违背唯物辩证法的。第二,区分现实的可能与抽象的可能性。现实的可能性是具备了充分的基础和条件,目前就可以实现的可能性。抽象的可能性是指虽有一定根据,但根据不充分,不具备必要条件,当前无法实现的可能性。在拉索的众多病害之中,钢丝锈蚀和钢丝开裂对拉索的危害性最大^[13]。现在关于拉索锈蚀的检测方法主要有声学检测、时域反射法检测、漏磁检测、射线检测、腐蚀电位检测、电阻检测、光纤检测、目检等,通过这些方法检测拉索锈蚀状况是具有现实可能性的。然

而,目前各种检测方法均存在这样或那样的缺陷,无法全面、快速、准确地检测拉索锈蚀。从长远来看,可能找到一种检测方法弥补现有方法的不足,以根本解决拉索检测问题。由于现阶段还没有这样的技术手段,因此这种技术只是抽象的可能。第三,要分清两种相反的现实可能性——好的可能性和坏的可能性。在役的桥梁结构,在材料老化、荷载增加、环境侵蚀等因素的影响下,结构的损伤是一个不可逆的过程,随着损伤的累积逐步导致结构性能下降,直至出现各类病害。可见,结构损伤有发展为大病害的坏的可能性,桥梁检查和加固则有使桥梁保持良好状态的好的可能性。第四,要区分不同程度的可能性。根据可能性的大小,正确制定自己行动的目的和任务,发挥主观能动性,使有利的可能性增加或不利的可能性减少。桥梁结构混凝土病害与桥位的地域和环境有关,如在北方出现冻害的可能性较大,在沿海海水飞溅区氯离子侵蚀是主要的病害。因此,在桥梁检查中,应有针对性地检查可能性的较大病害,起到防微杜渐的作用。

可能性和现实性之间的关系是对立统一的,可能性与现实性之间有着明显的对比和区别,两者不能混淆;可能性和现实性又是统一的。一方面,两者互相依赖,不可分离。现实性是由可能性转化而来,不能离开可能性。可能性不能离开现实性,它的内在根据存在于现实之中。在桥梁检查时需要在各测点安装传感器,直接获取测点的测值,再由各点离散的测值推算出结构的应力应变状态。当测点数量足够多,测点间距足够小时,就可以更精确地获取结构的应力状态。理论上,无限地增加测点就可以全面、完整、准确地获取桥梁结构的应力状态。可见这种抽象的可能性也是建立在测点安装数量和传感器测值这个现实的基础上的。另一方面,可能性和现实性在一定条件下可以相互转化,现实性由可能性发展和转化而来,它又包含着新的可能性,这种新的可能性又将转化为新的现实。随着光纤的发明,特别是布里渊散射效应的发现,通过光纤分布式测量技术获取结构上任意位置的应力状态成为现实。然而,目前这种测试技术还存在精度较低、测试速度慢等一系列缺陷和不足,需要在现有技术上一进一步改进和完善。那么,现有技术就为进一步研究工作提供了可能性。

六、结语

推动教学创新,落实“所有课程都具有育人功能、所有教师都负有育人职责”的要求,深挖各类课程的思政元素和育德功能,形成“思政课程”加“课程思政”的圈层效应,努力让各类课程与思政课同向同行、合力育人。在桥梁检测与加固技术课程教学过程中挖掘和提炼教学内容所蕴含的辩证唯物主义思想,并进行适当的组织,与教学内容有机结合,是契合这个要求的创新实践。授之以鱼,不如授之以渔。通过培养辩证思维能力,学生才能由此及彼地做到知识的融会贯通。同时,辩证唯物主义观点的形成,反过来又可以帮助学生更好地理解和应用专业知识,提高学生的科学素质,有效提升教学水平。

参考文献:

- [1] 韩树英. 通俗哲学[M]. 3版. 北京:中国青年出版社, 2011.
- [2] 张丽娜. 高校思政课教师与专业课教师综合素质融合路径探究[J]. 当代教育实践与教学研究, 2016(3):124-125.
- [3] 燕连福, 温海霞. 高校各类课程与思政课同向同行育人的问题及对策[J]. 高校辅导员, 2017(8): 13-19.

- [4] 徐冬梅, 王姚芬, 段倩倩, 等. 专业课程中渗透德育思政的探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2017(19): 73-75.
- [5] 周水兴, 张敏. 哲学原理在桥梁工程教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2010, 19(4): 88-90.
- [6] 田维锋, 周水兴. 自然辩证法与桥梁工程教学[J]. 高等建筑教育, 2010, 19(6): 5-8.
- [7] 周海龙, 李平, 李昊. 哲学观点在结构力学课程教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(4): 72-74.
- [8] 袁鑫, 郑伟. 基于新材料应用的桥梁加固设计课程教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2016(6): 100-102.
- [9] 黄立浦, 曹素功, 常柱刚. 旧桥拓宽加固中荷载横向分布系数的变化规律[J]. 中外公路, 2017(4): 108-112.
- [10] 邵帅, 周志祥. 基于“桥梁面相学理论”的桥梁健康监测研究[J]. 四川建材, 2016, 42(8): 162-164.
- [11] 姚国文, 吴海军, 李世亚. 桥梁检测与加固技术[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2014.
- [12] 高路恒. 地质灾害能量链式演化规律研究[J]. 交通科技与经济, 2015, 17(4): 94-96.
- [13] 周建庭, 赵亚宇, 何沁. 基于磁记忆的镀锌钢绞线腐蚀检测试验[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2019, 39(1): 85-93.

Application of five categories of materialistic dialectic in bridge inspection and strengthening technology teaching

TIAN Weifeng, SUN Ceshi

(School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

Abstract: The five categories are the generalization and reflection of the most common dialectical relationship of things the universal connection and development of the material world are revealed from different viewpoints. They are the important teaching contents of ideological and political course. The dialectical materialism thoughts contained in the bridge inspection and strengthening technology course are excavated and refined. The five categories are introduced in bridge specialty course teaching by some typical examples. It discussed that the teaching mode in which bridge specialty courses combine ideological with political courses and work together. Meanwhile it promotes the concept innovation and mode innovation of engineering education.

Key words: materialistic dialectic; five categories; bridge inspection and strengthening; teaching innovation; case teaching; ideological and political course

(责任编辑 王 宣)