

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.05.002

欢迎按以下格式引用:陈建勋,罗彦斌,张久鹏,等.“领跑型”公路隧道工程一流本科人才培养的理念与实践[J].高等建筑教育,2022,31(5):08-14.

# “领跑型”公路隧道工程一流本科人才培养的理念与实践

陈建勋<sup>a</sup>,罗彦斌<sup>a</sup>,张久鹏<sup>a</sup>,贺宏斌<sup>b</sup>

(长安大学 a.公路学院;b.人文学院,陕西 西安 710064)

**摘要:**针对我国交通强国建设对公路隧道专业人才培养“世界前列<sup>①</sup>”的新要求,开展了公路隧道工程本科人才教育教学改革与实践,提出并施行了以培养“领跑型”一流本科人才为目标的工程教育理念与教学方法。构建并施行了“两阶段、三导师、四平台”的人才培养模式,形成了以实、新、强为特色的课程创新体系。通过创建与领先工程建设结合的隧道课程“五阶段教学法”,搭建重大工程实践基地和现场虚拟感知示范平台,建立提升学生工程“领跑”意识和创新能力的保障体系,解决了公路隧道工程教育中人才培养如何适应“世界前列”、学生发展渴求、用人单位需求,以及工程教学的内容、方法、数字模拟、实习实践等滞后于日新月异的“世界前列”重大隧道工程等难题,解决了学生的工程创新意识弱等工程教育难题,所培养的一批批“领跑型”一流专业人才,正在国内外重大隧道工程建设中发挥着中坚骨干作用。

**关键词:**“领跑型”人才;本科人才培养;创新实践;工程意识教育;公路隧道工程

**中图分类号:**G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)05-0008-07

公路隧道等高等工程教育教学改革,理当在理念与方法上具有“世界前列”的思考。《交通强国建设纲要》《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》关于公路基础设施水平位居世界前列的新要求,恰是交通类“双一流”建设高校人才培养教学改革的关注点。中央人才工作会议强调,要下大气力,全方位培养、引进、用好人才<sup>②</sup>,交通强国建设对公路隧道工程人才培养的新导向,也是高等工程教育教学改革的新走向。

修回日期:2022-08-12

基金项目:陕西省第二批新工科研究与实践项目(2020-50);中国交通教育研究会教育科学课题(JTYB20-96)

作者简介:陈建勋(1969—),男,长安大学公路学院教授,博士生导师,工学博士,主要从事隧道及地下工程理论与应用基础研究,(E-mail) chenjx1969@chd.edu.cn。

①《交通强国建设纲要》提出,要“打造一流设施、一流技术、一流管理、一流服务,建成人民满意、保障有力、世界前列的交通强国……”“基础设施规模质量、技术装备、科技创新能力、智能化与绿色化水平位居世界前列……”,新华网(中国政府网 [http://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content\\_5431432.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm)),2019-09-19。

②习近平:深入实施新时代人才强国战略 加快建设世界重要人才中心和创新高地,求是网,2021.12.15。

公路隧道等高等工程教育教学改革,理当在一流本科人才培养中突出工程意识教育。“世界前列”的一流工程建设管理,需要一流工程教育培养的人才<sup>③</sup>。如何培养“世界前列”的公路隧道工程“领跑型”一流本科人才,既具有隧道工程的领先意识,又具创新能力,是一流高等工程教育教学改革成败的关键点。“领跑型”一流本科人才培养,旨在将以往掌握知识类的“跟跑”教学和适应发展类的“并跑”教学,向培养学生领先工程意识和工程创新能力的“领跑”教学转变。

## 一、“领跑型”:一种工程意识教育的问题提出

### (一) 教育定位问题

在工程教育中,其教育的人才结构类似于下游、中游和上游状态,即使同一类专业,其所培养的人才定位,也应该具有不同的层次导向,以实现人才培养及其队伍的结构互补。着眼于工程与技术含量的“跟跑”“并跑”还是“领跑”,是高等工程教育人才培养的不同教育层次与水平定位。这里的“跟跑”“并跑”还是“领跑”,除了自我期待与主观努力外,更多的是其所培养人才的社会影响力得分。“双一流”建设高校公路隧道工程类专业的本科教育,理当助力交通强国建设,在培养目标与教育层次、水平定位上,应处于“领跑”位置。怎样定位,怎样培养“领跑型”人才,是“双一流”建设高校公路隧道工程等专业人才培养不容回避的问题。

### (二) 教改导向问题

#### 1. 怎样教改,才能培养出“领跑型”人才

公路隧道工程作为交通强国建设中技术更新最快的领域之一,客观上对“双一流”建设高校该专业的教学改革提出了导向要求,应当回答如何将重大隧道建设等领先工程的技术走向、领先工程与工程创新等工程教育元素,全方位纳入公路隧道工程专业教学及实践等问题。中国作为世界上公路隧道发展最快的国家,截至2021年底,全国公路隧道总里程为24698.9km/23268处<sup>[1]</sup>。比2006年公路隧道里程增加了13倍,中国已成为世界上隧道工程建设规模最大、最多和难度最高的国家<sup>[2]</sup>,双一流建设高校的公路隧道工程专业建设,其工程教育教学改革<sup>[3]</sup>,应当解决所面临着从“大”到“强”,从“虚”到“实”等重大挑战问题<sup>[4]</sup>。交通强国建设,必将带来交通基础设施建设快速发展的态势<sup>[5]</sup>,地下与隧道工程技术专业高技能型人才的需求量,将长期出现供不应求态势<sup>[6]</sup>。对于“双一流”建设高校隧道工程专业人才的培养与学科的发展,包括就业市场对人才要求的新变化,客观上要求高校培养的人才不仅仅具有“跟跑”和“并跑”能力,市场更渴望能够培养具有工程领先意识和工程创新能力的“领跑型”人才。

#### 2. 教法与学法问题

日新月异的公路隧道技术更新,呼唤“双一流”建设高校公路隧道工程专业的教学改革。从培养模式、教材体系、教法和学法等诸方面,实现“领跑型”一流本科人才的培养目标。在隧道工程人才的培养过程中,如何将“世界前列”的新设计、施工、运维等理念和方法融入现有教材,使其教学内容更符合交通强国建设要求的人才培养期待;如何在隧道工程专业实习、实践教育中,将“世界前列”的设计、建设与运维技术及其数字化、信息化、智能化等领先工程的教育意识,广泛且深度地融入其中<sup>[7]</sup>,使其理论与实践相结合的教学改革衔接更具“世界前列”;如何在隧道工程创新创业教育

<sup>③</sup>李泽湘:我错了,为什么工程意识比上最好的大学都重要?香港科技大学教授在该论文中指出,工程教育要从这四方面入手:要学会找问题;要多学科的融合;基于(领先工程)项目的学习;要有国际视野与品位。北京,混沌学园,2022.06.30。(https://mp.weixin.qq.com/s/9bsMwoYlpXwYF68eZnMItA).

中<sup>[8]</sup>,激励学生踊跃参与“一带一路”沿线的国际工程建设<sup>[9]</sup>,使教学改革培养全过程更具有融新理论、新技术、创新精神于一体的国际化视野<sup>[10]</sup>。

## 二、“领跑型”:一种工程意识教育的理念探索

### (一) 工程教育的意识与理念

要培养“领跑型”公路隧道工程一流本科人才,离不开以“领先工程”“领跑工程”为案例,探索其工程教育的新意识和新理念。通过探索“领跑型”公路隧道人才培养的教育理论与方法,发掘其领先工程融入教育教学的意识,以及领先工程及其创新能力助力教改实践的支持。通过将“领跑型”公路隧道一流本科人才培养理念,包括领先的人才理念、工程教育教学理念、教改理念、实习实践理念、创新创业理念等,融入工程教育全过程,使受教育者在“领跑”的教育意识和理念引导下,积极主动全程参与“领跑型”人才培养的教改实践,以实现拥有一流创新人才、拥有一流领跑师资与专家,并能在工程科技创新中占据优势之培养目标<sup>④</sup>。只有创造出良好的创新环境,才能孕育出一流创新人才。工程教育中的“领跑型”人才培养,也需要从“跟跑型”人才培养,到“并跑”“领跑型”人才培养的升级过渡,这也是提出“领跑型”公路隧道人才的重要教育学缘由。

### (二) 工程教育的标准与评价

要培养“领跑型”公路隧道工程一流本科人才,离不开以“领先工程”“领跑工程”为蓝本,探索其人才培养和评价的新标准。以“领跑”和“好不好”“怎样更好”的人才培养标准为评价导向,意味着其专业人才标准要在其知识与技能方面超越“跟跑”“并跑”,即在“有没有”“够不够”基础上,实现“好不好”“如何更好”。

#### 1. 工程教育的“前列”元素

对公路隧道“世界前列”工程的走向把握与领先工程的创新学习,不仅要关注其教改的教学体系与方法探索,更应关注如何将领先工程的教育意识及其“前列”“领跑”的教改元素融入该教学和实习、实践体系中。传统模式培养的公路隧道专业知识技能型人才,只具备“跟跑”和“并跑”能力,难以满足“世界前列”的行业发展新需求。汲取工程教育的“前列”元素,意味着注重从长安大学公路隧道工程多年的专业发展与人才培养的教改经验中汲取营养,注重从中国公路交通发展的“有没有”(1949—1978,落后阶段)、“够不够”(1978—2012,跟跑阶段)与“好不好”(2012至今,并跑、领跑阶段)等探索与实践中的汲取智慧。交通强国建设要求公路交通类一流本科所培养的专门人才,要具有能“领跑”交通建设大军、善在建设大军中将“前列”等工程元素升华为“领跑”的工程创新能力。“领跑型”公路交通隧道一流本科人才培养,旨在通过系列“前列”元素的教改,解决培养体系不“前列”、学生发展不“前列”、用人单位感觉不“前列”、教学内容和方法不“前列”,以及学生创新意识和能力不“前列”等突出问题。

## 三、“领跑型”:一种工程意识教育的方法探索

### (一) 教法与学法的“领跑”探索

“领跑型”公路隧道工程一流本科人才培养的学理特质,其结构上包括教育教学体系的“领跑”、教学课程与方法的“领跑”,以及创新创业能力训练的“领跑”。在工程教育的教学法意义上,包括“教法”“学法”与“训练”等教学法实践探索。

“前列”的教法,可形成系统“领跑”教改实现的教育学外因(师资)基础,是学生乐于学习的重要

<sup>④</sup>习近平:在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话,央广网,2018-05-30。

要外因条件。通过激活重大领先公路隧道工程项目中杰出校友的兼职教师作用,为构建“领跑型”一流公路隧道本科人才培养新体系奠定“领跑型”师资。通过创新的“两阶段、三导师、四平台”的人才培养新体系,把课堂“搬到”了“世界前列”的工地,通过耳濡目染、工程模拟,调整“教法”以激发并提升学生的“领跑”意识和创新能力。

“前列”的学法,可形成系统“领跑”教改实现的教育学内因基础,是学生主动学习的重要内因根据。通过“前列”工程意识教育与激励,使学生在“学法”上形成具有“前列”期待与激励的教育心理定势,即负责、主动地检索、跟踪、消化和学习“前列”的课程,参与“前列”的相关虚拟训练,提升适应“前列”工程相关的创新创业能力,以及主动涉猎业内新制度、新标准和新技术,丰富与提升工程教育意识中的团队合作能力。

“前列”的工程意识训练,可形成系统“领跑”教改实现的教育学文化氛围,通过鼓励引导学生在“学法”和“训练”上,更乐于将公路隧道专业学习训练置于多学科、全周期、全覆盖的复合课程体系,激发其“我要学”的学习训练欲望,运用多学科的知识架构和方法,形成灵活、主动地与“国际前列”工程看齐的“学法”和“训练”,让学生在主动学习、训练中,提前形成、储备解决复杂工程困难的能力<sup>[6]</sup>。通过国际合作等开放的人才培养途径,激发、提升学生“学法”“训练”上的现代化,让国内外隧道工程中的领先元素,成为鼓励学生形成自豪感、自信心和创新性,丰富其“学法”与“训练”等现代化的教育教学资源。通过鼓励学生参与教师、校友的“前列”公路隧道等科研实习与实践,引导学生以国内外世界级隧道工程中的杰出校友为楷模,在用中学,形成带着最新的问题,终身探索、研习、创新等专业进取惯性,以期在隧道工程实践中,不断取得新的突破性成果<sup>[7]</sup>。

## (二)教材与平台的“领跑”探索

“领跑型”人才培养,需要“领跑”的教材体系与“领跑”的现代教育教学数字平台支撑。在工程教育的教学法意义上,包括“条件”“环境”与“保障”创新等教学法实践探索。

“前列”的教材,可形成具有“领跑”意义的系统教学知识与技能信息支持。通过“领跑型”系列教材建设,如国家级规划教材和省级优秀教材,将“前列”元素纳入教材体系,支撑与建成国家级精品课程、精品资源共享课程、线上一流本科课程和全英文课程等,形成具有“领跑”引导能力的教材资源条件、环境和支持保障体系。所出版并被业内高校普遍选用的多部公路隧道工程本科生教材,形成了特色鲜明的“领跑型”教材体系。

“前列”的平台,可形成具有“领跑”意义的实践保障支持系统。面向学生开放国家级、省部级实践实习平台(包括虚拟仿真平台、寒冷地区隧道野外观测基地等)和校外实践基地,鼓励本科学生参加“互联网+”“挑战杯”“通大杯”专利比赛,以及交通科技大赛等多类学科竞赛等,成立“渭梦空间”“明远湖畔”(长安大学)等类似的大学生创业孵化基地,孵化多个大学生创业企业,以营造行业“领跑型”人才的保障与氛围。

# 四、“领跑型”:一种领先工程的教育实践创新

## (一)教学体系与架构的“领跑”实践

“领跑型”公路隧道工程一流本科人才培养的实践创新,在长安大学的教改中,包括“两阶段、三导师、四平台”的人才培养的“领跑”新体系(如图1),五阶段“领跑”教学法的实践创新、创新结构、创新感知及激励举措(如图2)。

## (二)“两阶段”选拔“领跑”的实践

两阶段是指除本专业学生外,在大类工科生通识教育阶段考核之后,从成绩前40%中择优选拔

至本专业进入专业教育阶段的学习。在通识教育阶段,重点关注被选拔者力学、测量学、工程地质等基础课程的学习情况;其专业教育阶段,主要学习隧道勘察设计、隧道施工、隧道结构力学计算、隧道运营管理等专业课程。通过选人选课的“领跑”,确保“领跑型”教学体系的实现。

### (三)“三导师”的教育互补“领跑”实践

“三导师”是指在通识教育阶段,为每一个本科生班级选聘中青年骨干教师担任班级导师,主要负责学生的学业指导和价值引领,筑牢知识基础;在专业教育阶段,针对16门专业核心课程选聘32名工程大师担任工程导师,开设前沿讲座8场/学期,并依托校属基地强化理论与实践融合,巩固专业知识;针对优秀本科生选聘19名高水平教师担任学术导师,依托重点实验室和双创基地,引导学生开展研究性学习、创新创业训练和学科竞赛。“三导师”教学创新将通识教育阶段设置的班级导师(德育),与专业教育阶段设置的工程导师(工程能力培养),以及针对优秀本科生设置的学术导师(智育)结合起来,使德育、智育与领先工程能力培养融为一体,实现了“领跑”的教育教学实践互补。

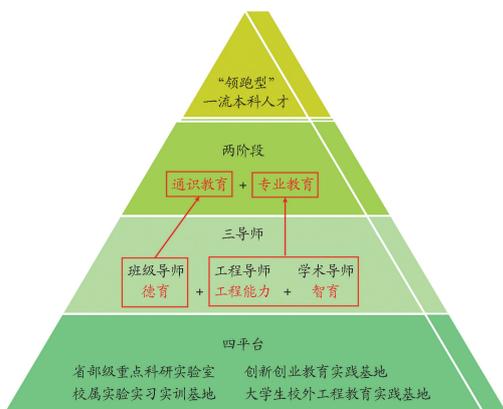


图1 人才培养体系架构

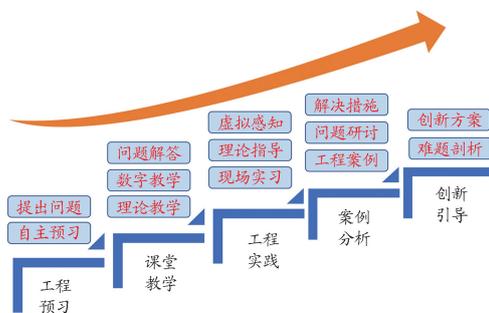


图2 五阶段教学法

### (四)“四平台”支撑能力提升的“领跑”实践

以校属实验实习实训基地、大学生校外工程教育实践基地、省部级重点科研实验室和创新创业教育实践基地等四类平台为支撑,开展本科生实践教学,培养创新能力。通过四种类型的实验教学平台和基地,适时对接与模拟“前列”工程,不但可满足“领跑”教学、实验、实习需要,还可激励、引导、满足学生的求知欲,通过平台搭建的智慧体系,实现“双一流”建设高校工程教育中“领跑型”学生培养的目标。

### (五)五阶段“领跑”教学法的创新实践

通过探索“领跑型”工程教学的预习、教学、实践、分析、引导环节等,形成具有“领跑”意义的隧道工程发展的专业课程体系,并进行“领跑”意义的教学方法创新。所构建的覆盖隧道全生命周期的多元化特色课程体系,设置基础能力课程23门、前沿拓展课程21门、创新创业课程14门(含选修课),形成了“基础能力课-前沿拓展课-工程创新课”新体系,覆盖了“勘察、设计、施工、运维”全过程。将现代隧道复杂工程问题代入力学、地质、水文、测量等专业基础课程中,使专业基础课程的领跑性更“实”。通过增设智能隧道建管、数字运维与风险防控等课程的领先工程案例,使专业课程的领跑性更“新”。通过前沿新技术、新法规标准运用等相关实战讲座,丰富课程内容,使创新与创业等课程的领跑性更“强”。

### (六)五阶段“领跑”教学法的创新结构

在公路隧道“领跑型”专业教学实践中,提出并施行了“工程预习-课堂教学-工程实践-案例分

析-创新引导”的“五阶段教学法”,即工程预习(自主预习+提出问题)、课堂教学(理论教学+数字教学+问题解答)、工程实践(现场实习+理论指导+虚拟感知)、案例分析(工程案例+问题研讨+解决措施)、创新引导(难题剖析+创新方案)。利用智慧教室、智慧实验室、智慧校园等现代信息技术赋能教学,灵活采用新型教学方式,提高了教学效果和教学质量。在创新引导环节,将“世界前列”的重大公路隧道工程及其创新技术、创新方法和创新思维,融入数字观摩和模拟中,提升学生解决工程难题的“领跑”意识和创新能力。

#### (七) 五阶段“领跑”教学法的创新感知

通过搭建并完善公路隧道工程实践教学基地和现场虚拟感知示范平台,提升“教法”与“学法”的实践虚拟新感知。这也是对学生基础能力课程、前沿拓展课程和创新创业课程的一种虚拟验证。通过所建成的相关国家基地、12个省部级重点科研实验室(含省虚拟仿真实验教学中心等)、15个校外工程教育实践基地和6个校属实验实习实训基地,将信息化、智能化、数字化等新技术融入相关“国际前列”的重大隧道工程案例教学,以搭建可实现隧道现场测试、模型试验、数值模拟的现场虚拟感知教学示范平台。

#### (八) 五阶段“领跑”教学法的激励举措

通过落实“领跑型”人才培养的配套激励制度及评价举措,在教与学两方面均形成了“领跑”的良性循环。如:通过遴选学术导师19人/年,指导本科生进入科研团队和科研实验室,使得本科生提前接受“前列”的科研训练,锻炼科技创新思维;通过选聘32名工程大师担任本科生工程导师,开设前沿讲座8场/学期,使得本科生近距离接触或模拟参与重大隧道工程的创新实践,蕴养其领跑意识。通过推行优秀本科生优先转专业,以及国家奖学金、励志奖学金、特优奖学金、推免研究生等制度,激励更多优秀学生进入该专业学习,激活学生学习的主动性;通过设立学生创新创业教育委员会,完善和落实保障机制,施行大学生互联网+、挑战杯、交通科技大赛等计划,制定管理办法,配套训练经费,营造学生主动善学的竞争和创新氛围。学生的学业成绩和创新、获奖比例不断攀高。仅12项社会奖学金就覆盖了20%以上的隧道工程本科生,推免研究生比例也从2007年的8%,提升至2021年的18%,一批批优秀的毕业生在包括国内外“世界前列”的隧道工程中成为骨干与团队的“领跑”者,为交通强国建设添彩增辉。探索交通强国建设中的工程教育与人才培养是一个长期的教育课题。如何在公路隧道工程人才培养中探索出更新、更实、更特色的育人之路,是“双一流”高校为党育人、为国育才的长期目标。继续探索、完善公路隧道工程与时俱进的“领跑型”人才培养体系、升华其课程体系与教学方法,是公路交通特色行业高校课程创新的常新课题,也是交通强国建设的努力方向。

#### 参考文献:

- [1] 交通运输部. 2022年交通运输行业发展统计公报[R]. 北京:交通运输部,2022.
- [2] 《中国公路学报》编辑部. 中国交通隧道工程学术研究综述·2022[J]. 中国公路学报,35(4):1-40.
- [3] 彭华涛,朱滔.“双一流”建设背景下专创深度融合模式及路径研究[J]. 高等工程教育研究,2021(1):169-175.
- [4] 张来斌. 高水平行业特色型大学“双一流”建设要把握好三对关系[J]. 高等工程教育研究,2018(6):92-95.
- [5] 翟婉明,刘建新. 构建面向交通强国需求的轨道交通拔尖创新人才培养模式[J]. 高等工程教育研究,2021(5):12-15,56.
- [6] 蒋玮,沙爱民,肖晶晶,等. 交通强国战略背景下交通类人才培养的思考与探索[J]. 高等工程教育研究,2022(4):77-80,109.
- [7] 祝士明,郭琰. 智能教育背景下新工科教学改革:框架设计与实施路径[J]. 高等工程教育研究,2019(6):155-161.
- [8] 王秀芝,刘志强,吴祝武. 创新创业与专业教育融合的国内外研究进展[J]. 中国高校科技,2019(4):92-96.

- [9] 曹国永. “一带一路”视域下的轨道交通国际化人才培养[J]. 高等工程教育研究, 2018(7): 33-35.  
[10] 姜锋. 培养具有全球视野和世界眼光的高层次国际化人才[J]. 高等工程教育研究, 2020(31): 26-28.

## Concept and practice examples of “leading” first-class undergraduate talent training in highway tunnel engineering

CHEN Jianxun<sup>a</sup>, LUO Yanbin<sup>a</sup>, ZHANG Jiupeng<sup>a</sup>, HE Hongbin<sup>b</sup>

(*a. School of Highway; b. School of Humanities, Chang'an University, Xi'an 710064, P. R. China*)

**Abstract:** Taking the teaching reform of highway tunnel engineering undergraduate education as an example, aiming at the new requirements of the construction of a strong transportation country for the training of highway tunnel professionals to be “the world leader”, the concept and teaching method of engineering education aiming at cultivating “leading” first-class undergraduate talents are proposed and implemented. A talent training system of “two stages, three tutors, and four platforms” has been constructed and implemented, and a curriculum innovation system featuring practicality, innovation and strength has been formed. The “five-stage teaching method” of the tunnel course combined with leading engineering construction has been created, the major engineering practice base and on-site virtual perception demonstration platform have been built, and the guarantee system has been established to enhance students’ engineering “leading” awareness and innovation ability. It has solved the problems of how to cultivate talents in highway tunnel engineering education to adapt to the “world leader”, the students’ desire for development, the needs of employers, and the problem that the contents, methods, digital simulation and practice of engineering teaching lag behind the rapidly changing “world leading” major tunnel projects. It has also solved the engineering education problems such as students’ weak sense of engineering innovation. It has cultivated a batch of “leading” first-class professional talents playing backbone roles in major tunnel projects at home and abroad.

**Key words:** “leading” talents; undergraduate talent training; innovative practice; engineering awareness education; highway tunnel engineering

(责任编辑 梁远华)