

材料工程（专项博士）

（专业领域代码：085601 授予材料与化工博士专业学位）

机械与电子控制工程学院

一、领域简介

材料工程是研究、开发、生产和应用金属材料、无机非金属材料、高分子材料和复合材料的工程领域。材料工程专业领域主要围绕国民经济和国防建设需求，开展各种先进材料及零部件的设计、制备、表征及应用的理论和技术研究。

北京交通大学材料工程专业领域涉及机械与电子控制工程学院、物理科学与工程学院、土木建筑工程学院、环境学院的相关学科专业。本专业领域以轨道交通和先进装备制造为主要工程研究背景和应用方向，在轨道交通用先进金属材料及成形技术、先进复合材料与制备、特种新型功能材料与制备、基础设施先进结构材料、先进材料表面工程与增材制造技术、先进环境功能材料等研究方向具有鲜明的特色，推动新材料、新技术和新产品的产业化应用，已成为我国轨道交通材料领域基础研究、技术创新与产品研发的重要基地和人才培养的摇篮。

本专项试点由北京交通大学和中国国家铁路集团有限公司、中国中车集团公司等联合培养单位材料工程相关专业联合承办，充分发挥校企双方在轨道交通行业中的优势，培养一批本行业亟需的高层次复合型专业人才和科技领军人才，对实现我国高铁核心技术的自主创新、保障我国交通强国战略的顺利实施具有重要意义。

本专业领域的主要培养方向及其内容：

1. 先进金属材料及成形技术

围绕先进轨道交通和高端装备制造对高性能金属材料的需求，开展材料成分设计、相变机理、强韧化机制、组织性能表征、热处理技术及其服役行为等基础理论与关键技术研究；开展材料真空成形、液态模锻、半固态加工、塑性及超塑性成形、双金属复合、电弧焊/激光焊/搅拌摩擦焊、智能增材制造、材料制备与成型一体化等先进成型技术与理论研究；研究材料加工过程的计算机模拟技术，开展材料制备与成型过程的组织性能调控技术研究，开发关键零部件的轻量化、长寿命化技术及其在载运工具和装备制造业的应用研究。

2. 先进复合材料与制备

针对高速动车组超高速、轻量化、长周期免维护等发展需求，研究陶瓷基复合材料、金属基复合材料、轻质复合材料、结构-功能一体化复合材料的组分设计、制备工艺、微观结构、力学性能及其相互关系的基础理论与关键技术；开展先进复合材料在受电弓滑板、制动盘及其配对闸片、转向架等关键零部件的应用研究。

3. 特种新型功能材料与制备

聚焦轨道交通新能源机车、先进传感和智慧光电等领域，开展高密度能源低碳化材料、智能材料与发光材料设计与制备研究，建立智能材料设计与制造的基础理论体系；开展高铁健康运行监测的感知材料设计与制备研究，建立高铁智慧传感器的加工工艺方法；结合我国载运工具关键设备的密封、减振等的迫切需求，开展磁敏智能材料与机构的理论与应用研究；开发新型二维纳米电/光电催化材料的合成、性能调控机理及应用研究。

4. 基础设施先进结构材料

针对铁路行业基础设施结构材料的高性能、多功能、高耐久性、长寿命需求，开展超高性能混凝土材料制备与性能优化方法、高性能钢材-混凝土组合构件设计、外加剂与功能型粉体材料、特种混凝土等先进结构材料研究，建立复杂环境下材料服役耐久性与基础设施结构材料长寿命设计理论，实现铁路基础设施结构-材料服役耐久性全面提升；开展铁路桥梁与隧道结构用修复加固材料的研究，为铁路工程基础设施的修复加固与延寿设计提供理论支撑。

5. 先进材料表面工程与增材制造技术

针对轨道交通领域关键核心部件的耐磨、耐腐蚀、超高绝缘和抗疲劳等性能需求，开展适应不同服役环境的先进多功能复合涂层的设计、制备、表征评价、失效行为及应用技术研究；开展部件表界面的梯度功能层、复杂异质界面微纳结构、轻合金部件绿色微弧氧化的基础理论和关键技术研究；开展高可靠性、长寿命轨道交通关键结构件选区激光熔化增材制造技术及应用研究。

6. 先进环境功能材料

围绕环境净化中强化吸附、高效截留、催化降解、消毒灭菌、减量再利用及其耦合联动过程对先进环境功能材料的开发需求，开展高效环境功能材料定向设计制备、理化及微界面性质表征、污染物去除性能测试、消毒灭菌效率解析、再利用资源化评估，以及净化机理和影响机制等关键理论与技术研究；开展环境功能材料外延自组装、异质多孔微纳、成分-结构-功能互动等智能化制备理论与技术研究；开展材料的化学稳定性、环境友好性、高效低碳、生态毒理学及健康影响的研究与评价；开展环境功能材料可靠性、再生稳定性、再循环资源化等理论与技术研究。

二、培养目标

聚焦国家重大战略需求，着力打造一支政治坚定，爱党报国，敬业奉献，基础理论功底扎实，专业技术能力和水平突出，具备较强工程技术创新创造能力，善于解决复杂工程技术难题，国际视野宽阔，扎根工程实践和生产一线的德智体美劳全面发展的卓越工程技术后备人才。具体要求为：

1. 拥护中国共产党的领导，热爱祖国，遵纪守法，有服务国家和人民的高度社会责任感、良好的职业道德和创业精神、科学严谨的学习态度和求真务实的工作作风，身心健康。

2. 在材料工程领域掌握坚实宽广的理论基础和系统深入的专门知识，熟悉本学科专业前沿发展现状和趋势，掌握相关的人文社科及工程管理知识。

3. 具备解决复杂工程技术问题、进行工程技术创新、组织工程技术研究开发工作等能力，在推

动产业发展和工程技术方面做出创造性成果。

4. 国际视野宽广，具备跨文化环境下的交流、竞争与合作能力；熟练掌握一门外国语。

三、培养方式及修业年限

1. 培养方式

采用课程学习、专业实践和学位论文相结合的培养方式。依托企业与学校联合承担的重大工程技术科研项目开展校企联合培养，学校与企业共同承担培养工作。

培养环节按照“1+3”方式安排，1年左右在学校完成课程学习，3年左右在企业完成专业实践和学位论文工作。本科毕业生直接攻读博士学位研究生（以下简称直博生）的培养环节按照“2+3”方式安排，2年左右在学校完成课程学习，3年左右在企业完成专业实践和学位论文工作。学生须按照培养方案完成规定课程学习并取得学分，方可进入企业进行专业实践。

采取校企导师组指导制度，双导师（组）共同负责研究生包括思想品德、学风和职业素养等教育在内的全过程培养。学校导师重点负责指导研究生的课程学习和学位论文工作涉及的科学研究内容。企业导师重点负责指导研究生的专业实践和学位论文工作涉及的工程实践内容。

2. 修业年限

基本修业年限4年，最长修业年限6年。直博生学习方式为全日制，基本修业年限5年，最长修业年限7年。

四、专业实践

专业实践是培养的必修环节，是申请学位的必要条件，全过程由企业负责。研究生须在导师组指导下，参与或承担1-2个具有工程性、实践性和应用性的工程攻关项目。实践项目由企业提出并经学校确认。

专业实践须紧密结合企业生产一线研发任务开展，由导师组指导研究生制定《专业实践工作计划》，明确专业实践具体内容、工作计划。专业实践应体现所解决工程问题的成效，包括工程技术的难易程度和工作量。

专业实践结束后须撰写《专业实践总结报告》，须有专业实践单位的考核评价意见以及导师组的审核意见，重点审核学生完成专业实践计划任务情况、取得的专业实践成效等。专业实践考核一般应在第六学期（直博生为第八学期）末完成。

五、毕业设计或学位论文

毕业设计或学位论文工作须与专业实践紧密联系，选题应直接来源于工程实际，属于相关专业领域亟需解决的重大、重要工程实践问题，应有较好的理论基础和技术创新，具备饱满的工作量。毕业设计或学位论文成果形式可以是工程新技术研究、重大工程设计、新产品或新装置研制等，并

以文字形式表述，表明研究生具有独立担负专门技术研发工作，并做出创新性成果的能力。

毕业设计或学位论文工作包括博士生资格考试、选题与开题、年度工作进展报告、中期考核、论文或报告撰写、预答辩、学术规范检查、成果认定、毕业设计或学位论文的评阅和答辩等环节，校企双方共同商定各环节考核、评审专家组成人员。毕业设计或学位论文应由校企双导师（组）共同署名。具体要求如下：

1. 资格考核

博士生在进入博士论文阶段前须进行学科综合考试，重点考察其是否掌握从事博士学位论文工作所必需的工程领域的基础理论和专门知识。资格考核一般应在第三学期（直博生为第五学期）末完成，由3-5位博士生导师组成考核委员会负责组织考核。

2. 选题与开题

开题报告是开展毕业设计或学位论文工作的基础，通过专家集体审议的方式对研究的方向、内容、可行性、创新性进行论证，为保证博士的学位论文质量打下基础。

应根据企业工程技术实践项目开展毕业设计或学位论文选题。拟开展的毕业设计或学位论文研究应具有理论深度和先进性，拟解决的问题要有较大的技术难度和饱满的工作量，研究成果要有重要的实际应用价值和较好的推广价值。

开题一般应在第四学期（直博生为第六学期）末前完成。开题报告的内容包括选题来源与选题意义，与选题相关的国内外相关技术研究、项目设计实施或产品研发的最新进展，主要研究内容，

3. 年度工作进展报告

开题后每年应提交年度工作进展报告，重点总结已取得的研究进展，存在的主要问题，下一步工作计划等，导师组给予指导和督促，及时协助解决相关问题。

4. 中期考核

开题一年内进行中期检查并提交中期考核报告，一般应在第六学期（直博生为第八学期）末完成，可与当年度工作进展报告合并进行。内容包括工作进展情况、所取得的阶段性成果、存在的主要问题、下一阶段工作计划等。

5. 预答辩

在完成学位论文后，须进行预答辩（按正式答辩要求进行），一般应在第八学期（直博生为第十学期）末完成。预答辩通过者，方可申请正式评阅和答辩。

6. 成果要求

为保证博士学位授予质量，博士研究生在申请学位论文答辩前，应按照《北京交通大学规范各学院（学科）制定申请博士学位应取得创新成果要求的指导意见》的相关规定，达到相应的研究成果要求。

博士在学期间的研究成果内容应与申请者毕业设计或学位论文工作密切相关。

7. 毕业设计或学位论文评阅与答辩

博士论文的撰写应按照《北京交通大学博士、硕士学位论文撰写规范》的相关规定执行。论文

送审和答辩的具体要求按照《北京交通大学博士学位论文答辩及学位申请若干规定》相关规定执行。

毕业设计或学位论文须由5位相关领域具有工程博士研究生指导资格或具有高级职称的专家评阅，其中企业专家应占半数以上。

毕业设计或学位论文答辩由学校和合作企业双方联合组织专家开展，答辩委员会须至少由5位相关领域具有工程博士研究生指导资格或具有高级职称的专家组成，其中企业专家应占半数以上。

六、其他要求

其他有关要求按照《北京交通大学博士研究生培养过程管理规定》和学院的有关规定执行。

七、课程设置与学分要求

课程学习实行学分制，研究生应在申请答辩之前修满所要求的学分，博士生一般应在第一学年内，直博生一般在第二学年内，完成所有课程学习。

博士生应修最低学分为22分，包括课程学分14分，环节学分8分，其中综合素养实践1分，专业实践7分。具体课程设置见附表（1）。

直博生应修最低学分为44分，包括课程学分36分，环节学分8分，其中综合素养实践1分，专业实践7分。具体课程设置见附表（2）。

(1) 博士研究生课程设置与学分要求（总学分不低于 22 分）

课程类别	课程模块	课程编号	课程名称	学时	学分	开课时间	备注	模块最低学分要求 (附注 1)	
素养提升平台	政治素养	A209001B	中国马克思主义与当代	36	2	秋		2	
	综合素养课程	A206005B	工程伦理（机电）（校企合作课程）	16	1	秋	附注 2	1	1
		A208003B	工程伦理（物工）（校企合作课程）	16	1	春			
		A206003B	实验室安全学（机电）	16	1	秋春			
		A208001B	实验室安全学（物工）	16	1	秋春			
	综合素养实践	H206008B	研究生综合素养实践（机电）		1		附注 3	1	
H200501B		综合素养实践（物工）		1					
能力提升平台	语言能力模块	C406001B	学术写作能力（机电）	16	1	秋春	附注 4	1	
		C408008B	科技论文写作能力培养（物工）	16	1	秋春			
		C412005B	学术英语写作	48	3	秋春			
		C412002B	国际英语阅读与写作	48	3	秋春			
		C412003B	跨文化交际	48	3	秋春			
		其他全校性语言能力模块课程						0	10
	数学能力模块	C408005B	现代统计方法	32	2	秋	附注 4		
C408006B		试验设计与方差分析	32	2	春				
		其他全校性数学能力模块课程							

	信息能力模块	C302103B	人工智能基础及应用	48	3	秋			
		C302001B	大数据技术基础及应用	48	3	秋			
			其他全校性信息能力模块课程						
	设计能力模块	C411005B	设计思维与方法论	32	2	春秋			
		C411001B	平面与空间创新设计方法	32	2	春秋			
		其他全校性设计能力模块课程							
专业深造平台	必修专业课模块								
	M606012B	载运工具前沿技术进展	32	2	秋	机电学院			
	M606001B	材料现代分析与检测方法	48	3	秋				
	M506093B	轨道交通材料（校企合作课程）	32	2	春				
	M606006B	机械领域先进技术实践	32	2	春				
	M615002B	材料先进计算	32	2	春	物工学院			
	M608035B	光信息存储	32	2	秋				
	M608036B	有机聚合物光电子学	32	2	秋				
	M605049B	土木工程材料新进展	32	2	春	土建学院			
	M605047B	工程材料长期性能与耐久性	32	2	秋				
	M605048B	材料性能分析与微结构表征前沿	32	2	秋				
	M616107B	环境功能材料（校企合作课程）	32	2	春	环境学院			
	M616108B	高级催化材料前沿技术进展	16	1	秋				
	选修专业课模块								
	M506079B	材料热力学与动力学	32	2	秋	机电学院			
	M506007B	材料结构与性能	48	3	秋				
	M506008B	材料强度与断裂	32	2	秋				
	M506006B	材料计算与模拟技术	32	2	春				
	M608038B	光电子器件物理	32	2	秋	物工学院			
	M608041B	光学测量	32	2	秋				
	M508063B	材料表征与分析应用	32	2	秋				
	M515007B	催化材料与材料催化	32	2	秋				
	M508078B	新型光电材料与器件	32	2	秋				
	M505009B	高性能混凝土	32	2	秋	土建学院			
	M505039B	新型建筑材料与结构设计方法	32	2	春				
M616101B	高级氧化理论与技术	16	1	春	环境学院				
M616106B	固体废弃物处置进展	16	1	春					
专业补修		硕士生课程				附注 5		0	
		导师指定课程							
实践创新平台	H206001B	学术例会		1		附注 6		7	
	H206007B	博士论坛		1					
	H206002B	资格考核		1					
	H206003B	开题报告		1					
	H206004B	中期考核		1					
	H200602B	专业实践		2		附注 7			

附注 1：各模块最低学分要求以总学分不低于 22 学分为基础，实际学分可超过最低学分要求。对于综合素养课程、语言能力模块、数学能力模块、信息能力模块、设计能力模块中的课程，除本方案中陈列的课程外，还可根据导师制定的个人培养计划，在相应模块中选择其他全校性同模块课程，且均计为有效学分。

附注 2：《工程伦理》和《实验室安全学》均为必修课程。若在硕士阶段已修过《工程伦理》或《实验室安全学》中的其中一门课程，则无需重复选修已上过的课程；若在硕士阶段《工程伦理》和《实验室安全学》均已修过，则须选择其他科技、职业、社会、人文、学术素养类课程。

附注 3：

机电学院研究生：具体要求详见《机电学院研究生综合素养实践培养与考核实施细则》。

物理工程学院研究生：（1）研究生综合素养实践模块以培养德智体美劳全面发展的新时代研究生为目标，包含核心素养提升实践及若干个性化拓展实践。核心素养提升实践包含爱国情怀、学术创新、科学道德、心理健康、安全法纪等子模块。个性化拓展实践包含责任担当、国际竞争力、创新创业活动、职业规划与发展、社会服务、社会实践、身体素质、人文与艺术等子模块。（2）研究生综合素养实践模块由研究生工作部统筹，物理科学与工程学院研究生思想政治教育工作组制定实施细则及考核办法，并完成学分认定工作。研究生需满足以下条件才认定完成模块：①核心素养提升实践为必选，研究生须完成所有子模块，每个子模块须完成项目不少于 1 个，且总计完成项目不少于 8 个。其中“名师讲坛”项目累计不少于 3 次，为认定通过。②个性化拓展实践为任选，研究生须选择完成不少于 2 个子模块，且所选每个子模块须完成项目不少于 1 个。

附注 4：英语课程选修不超过 3 学分，公共课开课时间以当年开课时间为准。满足下列条件之一，可申请免修英语课程，直接获得 2 学分：（1）外语水平考试成绩优良（六级、TOEFL、雅思、PELTS 成绩等）；（2）英语国家学习交流经历（三个月及以上）。

附注 5：由导师指定，补修若干门本专业领域硕士生课程，只计成绩，不计学分。

附注 6：为了提高专业学位博士研究生分析解决问题的能力，拓宽知识面，启发创新思维，设置学术例会和博士论坛，博士论坛要求在学校或企业主讲重要工程技术讲座 2 次及以上。参加学术例会和博士论坛应有书面材料并交导师签字认可，在预答辩之前提交导师签字的书面材料可获得相应学分。

附注 7：包含工程实践创新，工程课题攻关等，应提出解决工程实际问题的新思想、新方法，或开发出新工艺、新技术、新装备，具有较强的先进性和实用性，并创造出良好的经济效益和社会效益。由校企共同确定具体内容与考核形式。

附注 8：“素养提升平台”和“能力提升平台”开课时间以当年开课时间为准。

(2) 直博生课程设置与学分要求 (总学分不低于 44 分)

课程类别	课程模块	课程编号	课程名称	学时	学分	开课时间	备注	模块最低学分要求 (附注 1)		
素养提升平台	政治素养	A209001B	中国马克思主义与当代	36	2	秋		5		
		A209002B	中国特色社会主义理论与实践研究	36	2	春秋				
		A209004B	自然辩证法概论	18	1	春秋				
	综合素养课程	A206005B	工程伦理(机电)(校企合作课程)	16	1	秋		1		
		A208003B	工程伦理(物工)(校企合作课程)	16	1	春				
		A206003B	实验室安全学(机电)	16	1	秋春		1	1	
		A208001B	实验室安全学(物工)	16	1	秋春				
		A213001B	知识产权	16	1	秋		0		
		A226001B	信息检索	16	1	春				
		A202032B	保密知识概论	16	1	秋				
		A206002B	工程心理学	16	1	春				
		A206004B	研究生职业生涯规划	16	1	秋				
		A206001B	创新创业思维培养与能力提升	16	1	春				
		其他全校性综合素养课程								
	综合素养实践	H206008B	研究生综合素养实践(机电)		1		附注 2			1
H200501B		综合素养实践(物工)		1						
能力提升平台	语言能力模块	C406001B	学术写作能力(机电)	16	1	秋春		1		
		C408008B	科技论文写作能力培养(物工)	16	1	秋春				
		C406002B	机械类专业英语(机电)	32	2	秋	附注 3	2	28	
		C408007B	专业英语(物工)	32	2	秋春				
		C412005B	学术英语写作	48	3	秋春				
		C412004B	学术英语交流	48	3	秋春				
		C412003B	跨文化交际	48	3	秋春				
			其他全校性语言能力模块课程							
	数学能力模块	C308102B	数值分析 I	32	2	秋				2
		C308105B	统计方法与计算	32	2	春				
		C408005B	现代统计方法	32	2	秋				
		C408006B	试验设计与方差分析	32	2	春				
			其他全校性数学能力模块课程							
	信息能力模块	C302005B	算法设计与问题求解	48	3	秋		0		
		C402012B	数字图像处理	48	3	秋				
		C302103B	人工智能基础及应用	48	3	秋				
		C302001B	大数据技术基础及应用	48	3	秋				
			其他全校性信息能力模块课程							
	设计能力模块	C411005B	设计思维与方法论	32	2	春秋				
		C411001B	平面与空间创新设计方法	32	2	春秋				
		其他全校性设计能力模块课程								

专业 深造 平台	学科专业核心课	详见材料工程专业学位硕士研究生培养方案“学科专业核心课”课程清单				附注 4	9	
	专业拓展课程	详见材料工程专业学位硕士研究生培养方案“专业拓展课程”课程清单				4	6	
	跨学科课程群组	详见学校本研跨学科课程群课程				附注 5		
	博士 课程 模块	必修专业课模块						6
		M606012B	载运工具前沿技术进展	32	2	秋	机电 学院	
		M606001B	材料现代分析与检测方法	48	3	秋		
		M506093B	轨道交通材料（校企合作课程）	32	2	春		
		M606006B	机械领域先进技术实践	32	2	春		
		M615002B	材料先进计算	32	2	春	物工 学院	
		M608035B	光信息存储	32	2	秋		
		M608036B	有机聚合物光电子学	32	2	秋	土建 学院	
		M605049B	土木工程材料新进展	32	2	春		
		M605047B	工程材料长期性能与耐久性	32	2	秋		
		M605048B	材料性能分析与微结构表征前沿	32	2	秋	环境 学院	
		M606107B	环境功能材料（校企合作课程）	32	2	春		
		M616108B	高级催化材料前沿技术进展	16	1	秋		
		选修专业课模块						
		M608038B	光电子器件物理	32	2	秋	物工 学院	
		M608041B	光学测量	32	2	秋		
		M505009B	高性能混凝土	32	2	秋	土建 学院	
M505039B		新型结构材料与设计方法	32	2	春			
M616101B	高级氧化理论与技术	16	1	春	环境 学院			
M616106B	固体废弃物处置进展	16	1	春				
专业 补修	本科生课程				附注 6	0		
学术 及实 践创 新平 台	H206001B	学术例会		1		附注 7		
	H206007B	博士论坛		1				
	H206002B	资格考核		1				
	H206003B	开题报告		1		7		
	H206004B	中期考核		1				
	H200602B	专业实践		2			附注 8	

附注 1：各模块最低学分要求以总学分不低于 44 学分为基础，实际学分可超过最低学分要求。对于综合素养课程、语言能力模块、数学能力模块、信息能力模块、设计能力模块中的课程，除本方案中陈列的课程外，还可根据导师制定的个人培养计划，在相应模块中选择其他全校性同模块课程，且均计为有效学分。

附注 2：机电学院研究生：具体要求详见《机电学院研究生综合素养实践培养与考核实施细则》。物理工程学院研究生：（1）研究生综合素养实践模块以培养德智体美劳全面发展的新时代研究生为目标，包含核心素养提升实践及若干个性化拓展实践。核心素养提升实践包含爱国情怀、学术创新、科学道德、心理健康、安全法纪等子模块。个性化拓展实践包含责任担当、国际竞争力、创新创业活动、职业规划与发展、社会服务、社会实践、身体素质、人文与艺术等子模块。（2）研究生综合

素养实践模块由研究生工作部统筹，物理科学与工程学院研究生思想政治教育工作组制定实施细则及考核办法，并完成学分认定工作。研究生需满足以下条件才认定完成模块：①核心素养提升实践为必选，研究生须完成所有子模块，每个子模块须完成项目不少于1个，且总计完成项目不少于8个。其中“名师讲坛”项目累计不少于3次，为认定通过。②个性化拓展实践为任选，研究生须选择完成不少于2个子模块，且所选每个子模块须完成项目不少于1个。

附注3：英语课程选修不超过3学分，公共课开课时间以当年开课时间为准。满足下列条件之一，可申请免修英语课程，直接获得2学分：（1）外语水平考试成绩优良（六级、TOEFL、雅思、PELTS成绩等）；（2）英语国家学习交流经历（三个月及以上）。

附注4：直博研究生须在导师指导下选修相应硕士专业培养方案中的同模块课程。

附注5：跨学科课程群为全校性跨学科课程，“专业拓展课程+跨学科课程群”学分组合最低要求6学分，且专业拓展课程不少于4学分（学生至少选修4学分专业拓展课，其他2学分可任选）。

附注6：由导师指定，补修若干门本专业本科生课程，只计成绩，不计学分。

附注7：为了提高专业学位博士研究生分析解决问题的能力，拓宽知识面，启发创新思维，设置学术例会和博士论坛，博士论坛要求在学校或企业主讲重要工程技术讲座2次及以上。参加学术例会和博士论坛应有书面材料并交导师签字认可，在预答辩之前提交导师签字的书面材料可获得相应学分。

附注8：包含工程实践创新，工程课题攻关等任务，应提出解决工程实际问题的新思想、新方法，或开发出新工艺、新技术、新装备，具有较强的先进性和实用性，并创造出良好的经济效益和社会效益。本环节由校企双方共同确定具体内容与考核形式。

附注9：“素养提升平台”和“能力提升平台”开课时间以当年开课时间为准。