

联合培养改革专项试点博士研究生培养方案

材料工程

(专业领域代码：085601 授予材料与化工博士学位)

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，在轨道交通用先进钢铁材料、导电陶瓷及其复合材料、高性能金属及其复合材料、材料先进成形工艺等研究领域具有鲜明的特色，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的基础研究、技术创新与产品研发的重要基地和人才培养的摇篮。

中国铁道科学研究院始建于1950年，是中国铁路行业唯一的多学科、多专业的综合性研究机构，也是中国铁路行业的最高院府、研发中心和人才培养基地。铁科院材料工程相关学科专业紧密围绕轨道交通行业重大需求和重点领域，深入开展核心关键技术攻关和基础前瞻理论研究，成为中国铁路发展成就的主要参与者、见证者和贡献者，并为推动中国轨道交通科技进步做出了重要贡献。

本专项试点由北京交通大学和中国铁道科学研究院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，开展磁性液体、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. 材料与部件服役行为

针对动车组以及城市轨道交通车辆高速度、轻量化需求，开展苛刻服役环境下轨道车辆关键零部件材料组织性能的演变规律、可靠性控制以及关键结构服役可靠性研究，建立再现轨道车辆结构实际运用环境的虚拟试验技术和台架试验技术，提出复杂服役条件下轨道车辆关键部件服役可靠性评估方法及规范；开展轨道车辆关键结构服役状态检测和智能运维技术研究，构建完整的感知、检测、诊断、劣化趋势预测、健康状态评估和维修决策体系。

二、培养定位及目标

本专项试点以培养卓越工程师后备人才为目标，聚焦国家交通强国重大战略需求，支撑产业链安全，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材料工程专业领域工程技术专门人才。具体培养目标如下：

1. 拥护中国共产党的领导，热爱祖国，具有高度的社会责任感；服务科技进步和社会发展；恪守学术道德规范和工程伦理规范；具有严谨的学术作风和高深的学术修养。

2. 掌握材料与化工相关领域坚实宽广的基础理论、系统深入的专门知识和工程技术基础知识，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、组织实施高水平工程技术研发工作的能力，具备在所从事的研究领域内开展创新性思考、创新性研究，并取得创新性成果的能力。

4. 具备宽阔的国际视野和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。课程学习实行学分制，在北京交通大学完成，要求在申请答辩之前修满所要求的学分。专业实践和学位论文工作在铁道科学研究院完成，论文选题应来源于实际工程技术项目，论文工作应与专业实践相结合，原则上时间不少于3年。

北京交通大学与中国铁道科学研究院共同承担研究生培养工作，依托铁道科学研究院工程技术需求或者双方已联合申报并立项的重大工程技术项目开展校企联合培养。

2. 修业年限

专项试点博士研究生的基本修业年限为4年（直博生基本修业年限为5年），研究生在规定学制内不能完成学业的，可以申请延长修业年限，具体以学校有关研究生学籍管理规定为准。

四、校企导师组指导

专项试点博士研究生采取校企导师组指导制度。导师组由一名学校导师和一名企业导师组成，共同负责研究生思想品德、学风和职业素养等方面的教育，要求研究生每月至少一次汇报在课程学习、专业实践、学位论文及工程技术项目研究等阶段的进展情况，并根据实际情况，协商解决培养过程中的具体问题，为研究生完成课程学习、工程技术项目研究、学位论文撰写等提供切实有效的指导。

学校导师应具有较强的学术功底，扎实的工程理论基础，较高的工程专业技术水平，有一定工程实践经历和博士研究生培养经验，了解所在专业领域国际最新发展情况，应具有高级专业技术职称。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。

企业导师应在中国铁道科学研究院从事工程技术或科研一线工作，担任重要工程项目或科研项目负责人，应具有本专业领域硕士研究生以上学历和高级专业技术职称。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。

五、工程攻关项目

工程攻关项目是专项试点博士研究生培养的必修环节，是培养研究生熟悉相关工程领域工艺、流程、标准、相关技术和职业规范等的有效途径，是研究生结合工程实际开展学位论文选题的重要阶段，也是申请学位的必要条件。

研究生须在导师组指导下，承担具有工程性、实践性和应用性的工程项目攻关任务。导师组依

据联合培养项目协议中的工程技术项目，并结合学生实际情况，指导学生制定《工程攻关项目计划》。工程攻关项目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。

工程攻关项目时间应不少于2年，结束后须撰写《工程攻关项目总结报告》，须有工程攻关项目单位的考核评价意见以及导师组的审核意见，重点审核学生完成工程攻关项目计划任务情况、取得的工程攻关项目成效等。工程攻关项目须经专家组考核通过，考核时间一般应安排在第六学期末。

六、学位论文

专项试点博士研究生一般应以学位论文形式申请学位，学位论文的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，应表明研究生具有独立担负专门技术工作，并做出创新性成果的能力。

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，具备充足的工作量，体现作者综合运用科学理论、方法和技术手段解决工程技术问题的能力。博士研究生用于学位论文工作的实际时间一般不少于2年。学位论文工作包括以下主要环节：

1. 资格审核

在进入博士学位论文阶段前，对研究生进行专业知识综合考核，重点考察其是否掌握从事学位论文工作所必需的工程领域的基础理论和专门知识。资格审核一般应在第二学期末或第三学期初完成，考核委员会由3-5位教授组成，负责组织考核。

2. 论文选题

学位论文选题应依托联合培养协议中的工程技术项目开展，应具有理论深度和先进性，拟解决的问题应具有较高的技术难度和饱满的工作量，研究成果应有重要的实际应用价值和较高的推广价值。选题范围主要涵盖以下方面：

- ① 技术攻关、技术改造、技术推广与应用；
- ② 新材料、新工艺、新产品、新设备的研制与开发；
- ③ 引进、消化、吸收和应用国外先进技术项目；
- ④ 工程技术项目的规划或研究；
- ⑤ 工程设计与实施；
- ⑥ 技术标准制定；
- ⑦ 其他同等水平的工程应用类研究。

3. 开题报告

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，研究目标、研究内容，拟采取的技术路线、项目实施方案、可行性分析，预期成果以及工作进度安排，并附主要参考文献。

开题报告是开展学位论文工作的基础，通过专家集体审议的方式对论文研究的方向、内容、可

行性、创新性进行论证，为保证学位论文的质量打好基础。开题报告答辩应于第四学期末之前完成，开题日期与申请答辩日期间隔不少于 1 年。

4. 中期考核

研究生须在完成学位论文开题后的一年内，进行学位论文中期检查并提交中期考核报告。中期考核报告的内容包括学位论文工作进展情况、所取得的阶段性成果、存在的主要问题、拟采取的解决办法，对与开题报告内容不相符的部分应进行说明，对下一阶段的研究内容和工作计划进行阐述，并提交反映上述内容的《学位论文研究进展报告》。

中期考核由学院统一组织，一般应在第六学期末完成。

5. 学位论文撰写

学位论文应在导师组指导下由研究生独立完成，论文应有一定的理论意义和工程应用价值，有一定的技术难度和工作量，能体现研究生综合运用科学理论、方法和技术解决实际问题的能力。学位论文须符合北京交通大学研究生学位论文撰写标准，由中英文摘要、绪论、正文、参考文献、致谢等部分组成。论文写作要求结构合理、层次分明、文理通顺、格式规范。

6. 学位论文预答辩

学位论文预答辩是进一步提升学位论文质量和水平的重要环节。预答辩应按正式答辩的要求进行，研究生通过学位论文预答辩后，方可申请学位论文送审和正式答辩。

7. 学位论文评阅

通过预答辩的学位论文应首先提交学院进行学术规范检查，再由至少由 5 位相关专业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，其中至少有 2 位企业专家，评阅通过后方可进行论文答辩。

学位论文评价应破除“唯论文”倾向，注重将工程新技术研究、重大工程设计、新产品或新装置研制等方面取得的创新性成果作为学位授予的重要依据，突出对工程技术创新、解决工程问题成效以及推广应用价值等评价，切实反映研究生的实践创新能力和理论技术水平。

丰富学位成果形式，省部级及以上科技奖励、成果鉴定意见、学术论文、技术发明专利、技术报告、技术标准、新产品、新装置、软件等均可认定为学位成果。

8. 学位论文答辩

学位论文答辩由校企双方联合组织专家开展，答辩委员会须至少由 5 位相关专业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，其中至少有 2 位为企业专家。有关学位论文和答辩的具体要求按照学校和学院的有关规定执行。

七、学位授予

研究生通过论文答辩，经学位评定委员会审定达到培养目标的，可获得材料工程专业领域博士研究生毕业证，并被授予材料与化工博士学位。

八、课程设置与学分要求

专项试点博士研究生的课程学习实行学分制，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，实践环节7分。要求在申请答辩之前修满所要求的学分。具体课程设置见附表。

专项试点博士专业学位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	16	1	秋		1
	综合素养实践	H206008B	研究生综合素养实践		1		附注2	1
能力提升平台	语言能力模块	C406001B	学术写作能力	16	1	秋		1
		C412002B	国际英语阅读与写作	48	3	秋春	附注3	0
		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	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	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		6
		M606001B	材料现代分析与检测方法	48	3	秋		
		M606011B	载运工具空气动力学	32	2	春		
	选修专业课模块							
		M506093B	轨道交通材料	32	2	春		0
		M506008B	材料强度与断裂	32	2	秋		
		M508063B	材料表征与分析应用	32	2	春		
		M508071B	晶体材料制备技术	32	2	秋		
		M505009B	高性能混凝土	32	2	秋		
	M505039B	新型结构材料与设计方法	32	2	春			
	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	春		
	专业补修		本学科专业硕士课程，不计学分				附注 4	
实践 创新 专业 实践 平台		H206001B	学术例会		1		附注 5	7
		H206007B	博士论坛		1			
		H206002B	资格考核		1			
		H206003B	开题报告		1			
		H206004B	学位论文中期检查		1			
		H206005B	工程项目攻关		2		附注 6	

附注 1：各模块最低学分要求需以总学分不低于 22 学分为基础。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：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》。

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：由导师指定，补修若干门本专业硕士科课程，只计成绩，不计学分。

附注 5：为了提高工程博士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（在学校或企业进行重要工程技术讲座 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 6：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 7：“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。