

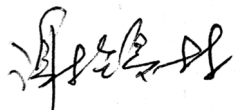
中国科学技术大学微专业课程开设申请表

（新开设课程）

微专业名称	磁约束可控核聚变	牵头单位	核科学技术学院
课程名称	磁约束聚变能导论	课程英文名称	Introduction to Magnetic Confinement Fusion Energy
微专业课程编号		W2140101	
课程负责人	谢锦林	所在单位	核科学技术学院
联系电话		联系邮箱	
课程类别	☒ 核心课程 ☐ 拓展课程 （二选一）		
面向对象	☒ 本科生 ☒ 研究生 （默认应为全选）		
学分及学时	__1__ 学分 __20__ 学时 （默认为 1 学分对应 20 学时）		
授课语言	☒ 中文 ☐ 英文 ☐ 双语	开课学期	☒ 春 ☐ 夏 ☐ 秋
教学方法	☒ 讲授法教学 ☐ 案例教学 ☐ 网络教学 ☐ 体验教学 ☐ 角色扮演实景教学 ☐ 商业实景游戏 ☒ 小组学习 ☐ 影像学习 ☐ 企业实践课堂 ☒ 企业参观 ☐ 自主学习 ☐ 其他____		
课程教材与参考书目	自编讲义《磁约束聚变能导论》 参考书目： 《核聚变原理》，朱士尧著，中国科学技术大学出版社 《聚变能源概论》高喆 著，清华大学出版社 《等离子体物理与聚变能》Jeffrey Freidberg 著，科学出版社 《聚变能及其应用》邱励俭著，科学出版社		
课程定位与必要性	本课程是微专业入门导论核心课程，帮助学生建立对磁约束聚变领域的整体认知，为后续专业课程奠定基础。与校内偏重理论推导的《等离子体物理》《核聚变原理》不同，突出知识广度和系统性，从能源战略、物理基础、技术路线、研究进展等多维度勾勒聚变能源全貌，适合不同专业背景学生入门学习，是微专业课程体系不可或缺的引领性课程。		

课程内容 与教学安排	(说明本课程教学大纲与教学进度安排, 包括课程章节主要教学内容、教学重难点、教学目标和基本要求、教学安排与学时分配等, 可另附页) 见附件
课程负责人 简介	(课程负责人现任职务、教学经验及相关荣誉、科研/产业经历及相关荣誉等, 可另附页) 见附件
教学团队 成员简介	(教学团队成员姓名、所在单位、教学经验及相关荣誉、科研/产业经历及相关荣誉、本课程教学工作分工等, 可另附页) 见附件
教学组织 与保障	(说明教学时段、教学方法、教学场地、实践平台、安全保障等相关安排是否到位、可落地执行, 可另附页) 见附件
考核方式	√过程性考核: __ 40% __ (课堂表现、出勤情况、课后作业、阶段性任务成果等) √实践成果考核: __ 30% __ (项目报告、产品原型、实验成果、设计方案、案例分析报告等) √综合考核: __ 30% __ (技能测试、综合答辩等) (需另附页详细说明课程考核方式科学性、考核标准可操作性, 以及考核方式、考核标准与学生实战能力培养的相关度、体现度)
师德师风 审核意见	经我单位调研审查, 本课程负责人及教学团队所有成员皆不存在师德失范、治学不严、违反学术规范等情形, 同意其参与本课程教学。 微专业牵头单位负责人(单位盖章):

课程负责人签字:



日 期:

附件清单：

- 1 课程负责人及教学团队成员简介（1 份）
- 2 课程内容与教学安排说明（1 份）
- 3 教学组织与保障说明（1 份）
- 4 考核方式详细说明（1 份）

附件 1：课程负责人及教学团队成员简介

一、课程负责人简介

谢锦林，男，中国科学技术大学核科学技术学院副院长、教授、博士生导师。

现任职务：中国科学技术大学核科学技术学院副院长，KTX 反场箍缩磁约束聚变实验装置核心成员，中国核学会核聚变与等离子体物理分会理事。

教学经验：长期从事等离子体物理与聚变领域教学工作，曾主讲《等离子体诊断方法》《磁约束聚变物理》等本科生和研究生课程，指导多名本科生完成毕业设计和大学生科研训练计划，培养博士、硕士研究生 20 余名。教学风格严谨细致，注重理论与实验结合，深受学生好评。

科研经历：主要研究方向为等离子体先进诊断技术及其应用，发展基于激光、太赫兹、微波的等离子体诊断技术。依托 EAST 全超导托卡马克、KTX 反场箍缩装置、线性磁化等离子体装置等开展实验研究。主持及核心参与多个等离子体诊断、仪器类国家级科研项目，总经费约五千万元。在 2016 年第 21 届国际高温等离子体诊断大会、2017 年第 18 届、2019 年第 19 届国际激光辅助等离子体诊断大会做大会特邀报告，在国内外学术期刊发表论文 100 余篇。

本课程分工：担任课程负责人，统筹课程整体设计、教学大纲制定和教学质量监控；主讲第 1 章（聚变能源战略意义）和第 2 章（聚变反应物理基础）；负责课程考核标准制定和最终成绩审定。

二、教学团队成员简介

1. 兰涛

男，中国科学技术大学核科学技术学院副教授、硕士生导师。

研究方向：磁约束等离子体实验物理、反场箍缩装置运行与物理、等离子体诊断技术。长期从事 KTX 反场箍缩装置的运行和实验研究，在磁约束装置运行控制、等离子体实验物理等方面具有丰富经验，深度参与磁约束聚变实验装置的建设和运行工作。

教学经验：主讲《等离子体诊断方法》《磁约束聚变实验技术》等课程，具有丰富的实验教学经验，擅长结合装置运行实践讲解磁约束原理，善于将真实实验案例融入课堂教学。

本课程分工：主讲第 3 章（磁约束基本原理）和第 4 章（主要磁约束位形与装置），负责装置实验案例教学和课后作业设计，协助组织 KTX 装置现场参观。

2. 刘阿娣

男，中国科学技术大学核科学技术学院副教授、博士生导师，等离子体物理与聚变工程系教学主任。

教育经历：2003 年本科毕业于中国科学技术大学近代物理系，2009 年于中国科学技术大学获等离子体物理专业博士学位，随后从事博士后研究，2016 年起留校任教。

研究方向：高温聚变等离子体诊断和实验物理、等离子体湍流和反常输运、微波多普勒反射计诊断。长期在 EAST 全超导托卡马克装置上开展实验研究，在台基区湍流、带状流、鱼骨不稳定性测量等方面取得系列成果，在国内外学术期刊发表论文多篇。

教学经验：长期从事等离子体物理教学工作，曾参与《磁约束聚变物理》等研究生课程教学，担任系教学主任，具有丰富的教学组织和管理经验，熟悉微专业人才培养体系。

本课程分工：主讲第 5 章（国内外研究进展）和第 6 章（发展路线与展望），负责组织课程案例研讨和前沿专题讲座，指导学生课程小论文选题和小组展示。

三、教学团队整体情况

本课程教学团队由核科学技术学院 3 位教师（1 位教授、2 位副教授）组成，均为长期从事磁约束聚变研究和教学的校内骨干教师，形成“负责人统筹+实验教学+教学组织”互补的团队结构。团队成员研究方向覆盖聚变能源战略、聚变物理基础、磁约束原理、装置位形、诊断技术、湍流输运等课程全部内容，且均深度参与 KTX 装置运行和 EAST 实验合作，能够将真实的装置实验实践融入课堂教学，为学生提供全方位的学术指导，保障课程教学质量。

附件 2：课程内容与教学安排说明

一、课程基本信息

项目	内容
课程名称	磁约束聚变能导论
课程英文名称	Introduction to Magnetic Confinement Fusion Energy
微专业课程编号	W2140101
课程类别	核心课程
学分/学时	1 学分 / 20 学时
面向对象	二年级及以上本科生、硕博研究生
开课学期	2027 年春季学期
授课语言	中文
先修课程	无（建议具备大学物理基础）

二、课程定位与培养目标

课程定位：本课程是磁约束可控核聚变微专业的入门导论课程，在微专业课程体系中处于基础引领地位。课程面向微专业全体学生，旨在帮助学生建立对磁约束聚变领域的整体认知，为后续《等离子体物理概论》《燃烧等离子体约束与输运》《磁约束装置与位形》等专业核心课程的学习奠定基础。

与校内已有课程的差异性：本课程不同于校内已有的《等离子体物理》《核聚变原理》等课程，不追求理论推导的深度，而是以“导论”性质为特色，突出知识的广度和系统性，从能源战略、物理基础、技术路线、研究进展、发展前景等多维度为学生勾勒聚变能源全貌，适合不同专业背景的学生入门学习。

培养目标：

（1）知识目标：使学生了解聚变能源的战略意义和发展历程，掌握聚变反应的基本物理原理和磁约束基本概念，熟悉主要磁约束位形和典型装置，了解国内外研究现状和未来发展路线。

(2) 能力目标：培养学生运用基本物理原理分析聚变问题的初步能力，具备查阅聚变领域文献和跟踪学术前沿的基本能力，能够对不同磁约束技术路线进行比较分析。

(3) 素养目标：增强学生对聚变能源战略价值的认识，培养科技报国的使命感和责任感，激发对聚变科学的研究兴趣，树立跨学科思维和科学探索精神。

三、教学内容与学时分配

本课程共 20 学时，安排 10 次课，每次 2 学时。具体教学内容与学时分配如下：

序号	章节	教学内容	学时	授课教师	教学方式
1	第 1 章	第 1 章 聚变能源战略意义——聚变是完美的绿色能源吗？	2	谢锦林	讲授+讨论
2	第 2 章	第 2 章 聚变反应物理基础——聚变反应为什么这么难？	2	谢锦林	讲授
3-4	第 3 章	第 3 章 磁约束基本原理——为什么要用磁场约束等离子体？	4	兰涛	讲授+案例
5-6	第 4 章	第 4 章 主要磁约束位形与装置——哪种磁约束路线最有希望？	4	兰涛	讲授+视频
7-8	第 5 章	第 5 章 国内外研究进展——聚变研究走到哪一步了？	4	刘阿娣	讲授+研讨
9	第 6 章	第 6 章 发展路线与展望——聚变离商业化还有多远？	2	刘阿娣	讲授+讨论

10	总结	课程总结与 综合研讨	2	全体教师	研讨
----	----	---------------	---	------	----

本课程以“聚变能是否清洁、是否可行、是否划算”为主线串联教学内容，变知识点堆叠为问题牵引。第1章围绕“是否清洁”辨析聚变能的绿色属性，第2章围绕“是否可行”讲解聚变反应条件与物理基础，第6章围绕“是否划算”讨论商业化前景与经济性。每章均以一个问题切入，先提出问题、再讲解理论、最后回到问题形成闭环，激发学生主动思考。

四、各章教学内容详细说明

第1章 聚变能源战略意义——聚变是完美的绿色能源吗？（2学时）

教学内容：以“聚变是完美的绿色能源吗？”为引导问题展开。全球能源形势与气候变化挑战；化石能源的局限性与新能源发展需求；核聚变能的优势与绿色属性辨析——在肯定资源丰富、能量密度高、运行不排放温室气体等优势的同时，客观辨析其绿色属性的边界：（1）氚的放射性：氚是低能 β 放射性核素，半衰期约 12.3 年，需严格控制氚的泄漏与环境排放，建立氚自持与氚安全管理体系；（2）中子活化：D-T 反应产生 14.1MeV 高能中子，会使结构材料产生感生放射性，需关注材料活化产物的处理与处置、装置退役后的放射性废物管理；（3）辐射防护与安全：聚变堆不存在裂变堆那种失控链式反应风险，事故后余热低，但仍需建立完善的辐射防护体系。通过正反两方面辨析，培养学生客观、辩证的科学态度。我国聚变能源发展战略与政策支持；聚变能商业化前景与社会经济效益。

教学重点：聚变能的独特优势和战略价值。

教学难点：聚变能商业化时间尺度的客观认识。

第2章 聚变反应物理基础——聚变反应为什么这么难？（2学时）

教学内容：原子核物理基础（质量亏损、结合能）；聚变反应条件与劳逊判据（温度、密度、约束时间三要素）；D-T 反应与其他聚变反应（D-D、D-He3、p-B11 等）；等离子体基本概念与特征参数；聚变反应中的能量平衡与增益因子 Q。

教学重点：劳逊判据的物理意义和聚变三要素。

教学难点：等离子体状态的理解和约束时间概念。

第3章 磁约束基本原理——为什么要用磁场约束等离子体？（4学时）

教学内容：带电粒子在磁场中的运动（拉莫尔回旋、漂移运动）；磁镜效应与绝热不变量；磁力线的冻结与扩散；环形磁约束系统原理（环形磁场、极向磁场、螺旋磁场）；磁流体力学（MHD）平衡与稳定性初步；新经典输运与反常输运概念。

教学重点：磁约束原理的物理图像、环形磁约束系统的构成。

教学难点：粒子漂移运动的物理机制、MHD平衡条件。

第4章 主要磁约束位形与装置——哪种磁约束路线最有希望？（4学时）

教学内容：托卡马克位形原理、结构特点与典型装置（JET、EAST、HL-2M、ITER）；仿星器位形原理、三维磁场特点与典型装置（W7-X、LHD）；反场箍缩（RFP）与球形托卡马克（ST）位形特点；磁镜装置与其他线性约束系统；各种位形的优缺点比较与适用场景。

教学重点：托卡马克位形原理和主要装置概况。

教学难点：不同位形的磁场结构差异和性能比较。

第5章 国内外研究进展——聚变研究走到哪一步了？（4学时）

教学内容：磁约束聚变发展简史与里程碑事件；ITER计划概况、国际合作机制与最新进展；我国磁约束聚变研究体系与重大成果（EAST长脉冲运行、HL-2M装置建设等）；关键技术突破（超导磁体、加热系统、诊断技术、偏滤器等）；全球私营聚变企业发展动态与创新路线。

教学重点：ITER计划和我国聚变研究的主要进展。

教学难点：各项技术突破的物理意义和工程价值。

第6章 发展路线与展望——聚变离商业化还有多远？（2学时）

教学内容：聚变能发展路线图（实验堆→示范堆→商业堆）；中国聚变工程实验堆（CFETR）规划与设计进展；紧凑型聚变装置与创新技术路线；聚变能商业化面临的

挑战（材料、氦自持、经济性、可靠性等）；聚变能与未来能源体系；青年学生在聚变领域的发展机遇。

教学重点：聚变能发展路线和我国 CFETR 规划。

教学难点：聚变商业化挑战的系统性认识。

五、教学重难点总结

教学重点：聚变反应条件（劳逊判据）、磁约束基本原理、托卡马克位形特点、国内外研究现状与发展路线。

教学难点：磁约束原理的物理图像建立、不同磁约束位形的优缺点比较分析、聚变能发展路线的系统性理解。

六、教材与参考书目

自编讲义：课程教学团队编写《磁约束聚变能导论》课程讲义，随课程进度发放。

主要参考书目：

- （1）《等离子体物理基础》，Francis F. Chen 著，科学出版社
- （2）《核聚变原理》，朱士尧著，中国科学技术大学出版社
- （3）《托卡马克等离子体物理》，John Wesson 著，科学出版社

推荐阅读文献：课程团队精选的综述论文和研究报告，通过智慧教学平台发布。

附件 3：教学组织与保障说明

一、教学时段安排

开课学期：2027 年春季学期（2027 年 2 月-6 月）。

上课时间：每周二晚 19:30-21:05（第 11-12 小节），共 10 周。安排在晚间授课，不占用学生白天正常教学时间，符合微专业“利用晚上、周末及夏季学期”的排课原则。

上课地点：中国科学技术大学西区多媒体教室（具体教室由教务部门统一安排，可容纳 30-50 人）。

实践活动：计划安排 1 次 KTX 装置现场参观（周末半天，约 4 学时含往返），作为有明确任务单的教学环节，与课程 20 学时理论教学衔接——安排在第 4 章（主要磁约束位形与装置）讲授之后、第 5 章（研究进展）之前，使学生在建立位形概念后到现场观察真实装置，再带着现场问题回到课堂学习研究进展。另安排 1-2 次前沿专题讲座（穿插在课程中或课后进行）。

二、教学方法与手段

本课程采用多元化教学方法，注重激发学生学习兴趣和主动思考：

（1）讲授法：系统讲授聚变能源基础知识和磁约束基本原理，确保学生建立完整的知识框架。

（2）案例教学：结合 EAST、ITER、JET 等典型装置的真实案例讲解抽象物理概念，增强教学的直观性和实践性。

（3）视频教学：播放托卡马克装置运行、等离子体放电、实验操作等视频资料，帮助学生建立感性认识。

（4）小组研讨：围绕聚变能源热点问题（如聚变商业化前景、不同技术路线比较等）组织小组讨论，培养学生的批判性思维和表达能力。

（5）现场教学：组织学生参观 KTX 反场箍缩装置，采用“课前问题—现场观察任务—课后总结”三段式任务单驱动。课前发放任务单并布置预习问题，现场由装置运行人

员结合任务单讲解磁约束原理和装置结构，学生分组完成观察记录，课后提交任务单总结，增强实践认知并纳入过程性考核。

（6）线上辅助：利用中国科学技术大学智慧教学平台发布课程 PPT、阅读文献、作业和通知，开展在线答疑和讨论，延伸课堂教学。

三、课前预习与课后拓展

为支撑问题牵引式教学，建立“课前预习—课堂精讲—课后拓展”闭环学习支持体系：

（1）课前预习：每次课前通过智慧教学平台发布预习包，包含：①基础概念清单（列出本次课需提前了解的 3-5 个核心概念，如“劳逊判据”“磁镜效应”“新经典输运”等）；②2-3 个预习引导问题（与当章引导型问题呼应，如第 1 章预习“你认为聚变能是清洁能源吗？为什么？”）；③可靠资料来源（指定自编讲义对应章节、Francis F. Chen《等离子体物理基础》相关章节、或课程团队精选的 1-2 篇综述论文）。学生需在课前完成预习并简要回答预习问题。

（2）课堂精讲：课堂不再面面俱到复述教材，而是围绕引导型问题重点串联知识脉络、解释理论应用场景、针对预习中暴露的理解偏差进行纠正和深化，预留时间开展课堂讨论和答疑。

（3）课后拓展：每次课后围绕聚变领域热点发布拓展方向（如“私营聚变企业最新进展”“高温超导磁体对聚变经济性的影响”“ITER 最新实验成果”等），提供文献线索和讨论话题，鼓励学生自主追踪前沿，优秀拓展成果可在小组展示环节呈现。

四、教学场地与设备保障

理论教学场地：西区多媒体教室，配备高清投影、音响系统、网络设备，支持多媒体教学和视频播放。教室座位数不少于 50 个，满足微专业成班教学需求。

案例研讨场地：配备小组讨论室，支持分组研讨和成果展示，配备移动桌椅和展示白板。

线上教学平台：中国科学技术大学智慧教学平台，支持课程资料发布、在线作业、讨论答疑、学习进度跟踪等功能。

实验实践场地：KTX 反场箍缩磁约束聚变实验装置（校内西区），设有参观观摩区和讲解区，可同时容纳 15-20 人参观学习。

五、实践平台与资源保障

（1）KTX 反场箍缩磁约束聚变实验装置（校内）：中国科学技术大学自主建设的反场箍缩实验装置，大半径 1.4m、小半径 0.4m，配备太赫兹干涉仪、汤姆逊散射、软 X 射线成像等先进诊断系统。组织 1 次装置现场参观，采用三段式任务单：①课前问题

（参观前 1 周发布，含 3-4 个引导问题，如“反场箍缩与托卡马克的磁场结构有何不同？”“KTX 的主要诊断系统分别测量什么物理量？”）；②现场观察任务（学生分组，按任务单记录装置主要系统组成、磁场线圈结构、诊断系统布局，拍摄指定部位照片并标注）；③课后总结（提交 800-1000 字参观总结，回答课前问题、记录现场发现、提出新疑问）。任务单完成质量纳入过程性考核。

（2）线上虚拟仿真资源：利用托卡马克运行虚拟仿真系统和聚变堆拆解虚拟仿真软件，辅助学生理解装置结构和运行原理，突破实物参观的时间和空间限制。

（3）前沿学术讲座：邀请聚变领域专家做 1-2 次专题讲座，介绍聚变前沿研究进展和大科学工程实践，拓展学生学术视野。

（4）数字资源库：课程团队整理聚变领域经典教材、综述论文、研究报告、装置视频等数字资源，通过智慧教学平台向学生开放，支持自主学习和拓展阅读。

六、安全保障措施

理论教学安全：课堂教学在标准多媒体教室进行，无安全风险。

装置参观安全：（1）参观前组织安全培训，讲解装置现场安全规定和注意事项，签署安全告知书；（2）参观过程由课程教师和装置运行人员全程陪同，严格按照指定路线参观，不得擅自触碰设备；（3）控制单次参观人数不超过 20 人，确保参观秩序和安全；（4）配备必要的安全防护用品（如安全帽、防护眼镜等）。

线上教学安全：线上教学和虚拟仿真实验无物理安全风险，注意网络信息安全。

应急预案：制定装置参观应急预案，明确突发事件（如设备异常、人员不适等）的处置流程 and 责任人。

七、师资保障

课程负责人：谢锦林教授（核科学技术学院副院长），统筹课程整体设计、教学大纲制定、教学团队协调和教学质量监控。

授课教师：兰涛副教授、刘阿娣副教授（均为核科学技术学院校内教师），分别承担课程核心章节教学，将装置实验实践融入课堂教学。

教学助教：配备 1 名研究生助教，负责课后答疑、作业批改、课堂记录、教学平台维护和装置参观组织等辅助工作。

师资稳定性：课程团队成员均为核科学技术学院在编教师，长期从事磁约束聚变领域研究和教学，能够保障课程教学的连续性和稳定性。

八、教材与教学资源保障

自编讲义：课程教学团队根据微专业培养目标和学生特点，编写《磁约束聚变能导论》课程讲义，内容精炼、图文并茂，适合导论课程教学使用。讲义在开课前完成编写并印制发放。

参考书目：指定 4 本主要参考教材和若干精选综述论文，覆盖课程全部教学内容，支持学生深入学习。

多媒体课件：每章配套 PPT 课件，包含丰富的示意图、装置图片、数据图表和视频链接，增强教学效果。课件在每次课前通过智慧教学平台发布。

习题与案例库：课程团队建立课后习题库和教学案例库，涵盖概念理解、计算分析、文献阅读等多种类型，支持多样化考核。

九、教学质量保障

（1）集体备课制度：课程教学团队在开课组织集体备课，统一教学要求和进度，研讨教学重点难点和教学方法。

（2）教学研讨制度：课程进行中定期组织教学研讨，及时解决教学中出现的问题，持续改进教学方法。

（3）教学督导：邀请核科学技术学院教学督导专家听课指导，对教学质量进行监督和反馈。

（4）学生评教：课程结束后组织学生评教，收集学生对课程教学的意见和建议，作为课程持续改进的依据。

（5）课程档案：建立完整的课程教学档案，包括教学大纲、教案、课件、作业、考核记录、学生成绩等，确保教学过程可追溯。

附件 4：考核方式详细说明

一、考核方式选择与总体框架

根据课程特点和微专业考核要求，本课程从以下三类考核方式中进行选择，三类考核方式均采用，具体选择及占比如下：

考核方式	是否选择	占比	具体考核内容
1. 过程性考核	√ 选择	40%	课堂表现、出勤情况、课后作业、阶段性任务成果、KTX 参观任务单
2. 实践成果考核	√ 选择	30%	案例分析报告、课程小论文/调研报告、小组展示成果
3. 综合考核	√ 选择	30%	期末开卷考试（技能测试）、综合答辩

考核总成绩满分为 100 分，三类考核加权汇总。本课程采用“过程性考核+实践成果考核+综合考核”三位一体的多元化考核方式，注重学生学习过程和综合能力培养，避免“一考定终身”。

二、过程性考核（40%）

1. 出勤情况（5%）

共 10 次课，每次 0.5 分。无故缺勤 1 次扣 0.5 分，迟到/早退 1 次扣 0.2 分，缺勤累计 3 次及以上取消综合考核资格。因公请假需提供证明，不扣分。

2. 课堂表现（5%）

根据课堂提问回答质量、小组讨论参与度、学习态度等综合评分。积极参与讨论、主动提问、表现优秀者得满分；不参与讨论、课堂状态消极者酌情扣分。

3. 课后作业（15%）

布置 3-4 次课后作业，每次作业按百分制评分，取平均分后按 20%权重计入总成绩。

作业类型与要求：（1）概念理解题：考查对聚变基本概念和原理的理解，如劳逊判据、磁约束原理等；（2）计算分析题：简单的聚变物理计算，如聚变反应功率、增益因子估算等；（3）文献阅读题：指定 1-2 篇聚变领域综述论文，要求学生阅读后撰写读书笔记或回答思考题。

评分标准：概念准确（40%）、逻辑清晰（30%）、分析深入（20%）、书写规范（10%）。要求独立完成，鼓励讨论但不得抄袭，抄袭者本次作业计 0 分。

4. 阶段性任务成果（5%）

第 5 周左右（课程中期）提交 1 份阶段性学习小结，字数 500-800 字。

内容要求：（1）总结前半学期所学的主要知识点；（2）提出学习中遇到的疑问和困惑；（3）对课程教学的意见和建议；（4）后半学期的学习计划。

评分标准：内容完整性（40%）、思考深度（30%）、问题针对性（20%）、书写规范（10%）。按时提交、内容充实者得高分；敷衍了事、字数不足者酌情扣分。

5. KTX 装置参观任务单（10%）

结合 KTX 装置现场参观，按“课前问题—现场观察任务—课后总结”三段式任务单考核。课前预习问题回答质量占 30%，现场观察记录完整性占 30%，课后总结报告质量占 40%。未参加参观且未提交替代任务者，本项计 0 分。任务单由兰涛副教授和助教共同评定。

三、实践成果考核（30%）

1. 案例分析报告/课程小论文（20%）

题目要求：围绕磁约束聚变某一方向自主选题，可选择某种磁约束位形分析、某项关键技术综述、某个装置研究进展、聚变发展路线比较、聚变商业化前景分析等，形成案例分析报告或课程小论文。鼓励学生结合自身专业背景选择跨学科选题。

格式要求：字数 3000-5000 字，包含摘要、关键词、正文、参考文献等部分。引用不少于 10 篇文献（其中近 5 年文献不少于 5 篇，英文文献不少于 3 篇）。结构完整，逻辑清晰，图表规范。

提交时间：课程结束前 2 周（第 8 周）提交，通过智慧教学平台上传电子版。

评分标准（百分制）：

评分维度	占比	评分要点
选题价值	20%	选题的学术意义、现实价值、创新性
内容深度	30%	内容的系统性、分析的深入程度、观点的准确性
文献综述	20%	文献的全面性、时效性、综述的逻辑性
分析论证	20%	论证的逻辑性、数据支撑的充分性、结论的合理性
写作规范	10%	结构完整性、格式规范性、语言流畅性

要求独立完成，严禁抄袭。一经发现学术不端行为，本项考核计 0 分，并按学校相关规定处理。

2. 小组成果展示（10%）

组织形式：以小组为单位（3-4 人/组），选择一个聚变热点问题进行调研，在第 9-10 次课进行课堂展示和研讨。

展示要求：每组展示 10-15 分钟，提问讨论 5 分钟。展示内容包括问题背景、研究现状、不同观点、小组分析和结论。鼓励使用 PPT、视频等多媒体形式。

评分标准（百分制）：

评分维度	占比	评分要点
内容准确性	30%	知识点准确、数据可靠、观点有据
逻辑清晰度	20%	结构清晰、论证有条理、重点突出
表达流畅度	20%	语言流畅、时间把控好、多媒体运用恰当
团队协作	15%	分工合理、全员参与、配合默契

问答表现	15%	回答问题准确、应对从容、讨论深入
------	-----	------------------

四、综合考核（30%）

1. 期末开卷考试（技能测试，20%）

考试形式：开卷笔试（技能测试），时间 90 分钟。可携带课程讲义、笔记和参考资料，但不得使用电子设备和网络。

考试范围：覆盖课程全部 6 章教学内容，重点考查对基本概念的理解和综合分析能力。

题型与分值：

题型	题量	分值	考查重点
概念解释	5 题	20 分	聚变基本概念和术语的准确理解
简答题	4 题	40 分	聚变原理、装置特点、研究进展等基础知识
分析论述题	2 题	40 分	运用所学知识分析聚变实际问题的综合能力

命题原则：不考死记硬背，侧重理解和应用；题目具有开放性，鼓励学生独立思考 and 表达个人观点；难度适中，区分度合理。

2. 综合答辩（10%）

组织形式：课程结束前，结合课程小论文和小组展示，每位学生进行个人综合答辩。学生先简要汇报个人学习成果和小论文核心内容（3-5 分钟），然后回答教师提问（3-5 分钟）。

答辩内容：个人课程学习收获、小论文选题依据和主要结论、对聚变领域的认识、未来学习计划等。

评分标准（百分制）：

评分维度	占比	评分要点
内容掌握	30%	对课程知识的掌握程度、小论文内容的准确性
逻辑表达	25%	汇报逻辑清晰、语言表达流畅、时间把控合理
问答表现	30%	回答问题准确、分析深入、应对从容
学习反思	15%	对学习过程的反思深度、个人成长体现

五、成绩评定标准

等级	分数区间	评定标准
优秀	90-100 分	全面掌握课程内容，具有较强的分析和创新能力，各项考核表现优异
良好	80-89 分	较好掌握课程内容，能够运用知识分析问题，各项考核表现良好
中等	70-79 分	基本掌握课程内容，具备一定的分析能力，各项考核表现中等
及格	60-69 分	掌握课程基本内容，能够完成基本学习任务，达到课程基本要求
不及格	60 分以下	未达到课程基本要求，或缺勤超过规定，或存在学术不端行为

及格条件：（1）总成绩 ≥ 60 分；（2）出勤不少于总课时的 $\frac{2}{3}$ （即不少于7次课）；（3）课程小论文必须独立完成并提交；（4）必须参加综合答辩。四项条件须同时满足。

六、考核方式科学性说明

（1）三类考核全覆盖：本课程同时采用过程性考核、实践成果考核和综合考核三类方式，从知识学习、实践应用、综合检验三个层面全面评价学生学习成效，避免单一考核方式的局限性，符合微专业考核要求。

（2）能力导向：考核内容注重考查学生的理解能力、分析能力、文献调研能力、学术表达能力和团队协作能力，与微专业培养“物理基础实、系统思维宽、工程能力强”的复合型人才目标高度契合。

（3）过程监控：通过出勤、课堂表现、课后作业、阶段性任务成果等方式持续监控学习过程，及时发现和解决学习问题，帮助学生逐步建立知识体系，避免考前突击。

（4）实践导向：案例分析报告、课程小论文和小组成果展示要求学生主动查阅文献、分析实际问题，培养科研入门能力和科学思维，为后续参与科研实践和专业课程学习奠定基础。

（5）标准可操作：各项考核均有明确的评分标准、时间节点和提交要求，评分维度细化量化，确保考核公平、公正、透明、可操作。

七、AI 工具使用规范

本课程允许学生借助 AI 工具（如大语言模型、文献检索助手等）辅助学习，但须遵守以下规范：

（1）AI 可用于：概念解释辅助、文献检索线索获取、代码调试、论文结构梳理、语言表达润色等学习辅助场景。

（2）AI 不可用于：直接生成作业答案或小论文正文并冒充独立完成、伪造文献引用、编造实验数据或装置参数。

（3）数据核验义务：AI 输出的任何事实性信息（如装置参数、文献结论、历史事件、数据指标），学生必须通过原始文献、官方资料或课程指定教材进行核验，未经核验的 AI 内容不得写入作业和小论文。

（4）使用声明：课程小论文须在文末“AI 使用声明”中说明使用了哪些 AI 工具、用于哪些环节（如“使用 XX 辅助文献检索和语言润色，正文观点和分析为独立完成”）。未声明或声明不实者，按学术不端处理。

（5）教师将对作业和小论文进行 AI 生成内容检测，发现违规使用将按学校学术诚信规定处理。

八、考核与实战能力培养的关联度

（1）课程小论文和案例分析报告要求学生围绕真实聚变研究方向开展调研，培养文献检索、信息整合和科研写作能力，为后续参与大科学装置科研实践奠定基础。

（2）小组成果展示和综合答辩模拟学术报告场景，锻炼学生的学术表达、逻辑思维和临场应变能力，与聚变科研工作中的学术交流能力要求高度一致。

（3）期末开卷考试（技能测试）的分析论述题，要求学生运用聚变基础知识分析实际问题，培养系统思维和综合分析能力。

（4）阶段性任务成果培养学生的阶段总结和自我管理能力，有助于形成良好的学习习惯和终身学习意识。

（5）装置现场参观和案例教学环节，让学生近距离接触真实聚变实验装置，增强工程认知和实践意识，与微专业“理实融合”的培养特色相呼应。

附件 3:

中国科学技术大学微专业课程开设专家评审意见

汇 总 表

微专业名称	磁约束可控核聚变
牵头单位	核科学技术学院
课程名称	磁约束聚变能导论
微专业课程编号	W2140101
课程开设情况	☐ 校内已有课程 ☒ 新开设课程
课程试讲表现	☒ 通过 ☐ 不通过
综合评审结论	☒ 通过 ☐ 不通过
建议意见	本课程作为磁约束可控核聚变微专业核心课程，定位清晰，契合培养目标，与校内偏重理论推导的课程形成差异化互补，突出知识广度与系统性。教学团队科研与教学经验丰富，教学安排合理，融合了讲授、案例、现场参观等多样教学方法，建议进一步补充前沿专题学习资源。考核采用“三位一体”多元化考核方式，注重学生综合能力的培养。同意该课程开设。
专家签字	