

中国科学技术大学
学术博士学位论文评阅书

论 文 题 目	托卡马克中非热化电子动理学演化及其对回旋辐射影响的数值研究
学 科 专 业	等离子物理与聚变工程系-物理学
研 究 方 向	托卡马克
作 者 姓 名	BA18048003 徐新航
导师姓名职称	刘万东 教授

中国科学技术大学学位办公室制
2023 年 09 月 06 日

评议项目	评价要素	分档
论文选题	选题的前沿性与开放性；研究的理论意义与现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳和总结情况。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
文献综述	了解本领域及相关领域研究状态与进展，评述得当	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
创新性及论文价值	是否有新规律的发现；是否有新命题新方法的提出；对解决自然科学或工程技术中重要问题是否有作用。论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
基础知识和科研能力	科学理论基础的坚实宽广程度；专门知识的系统深入程度；研究方法的科学性；引用资料的翔实性；作者独立从事科学研究的能力。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
论文规范性	引文的规范性；学风的严谨性；结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
研究内容与学科相关性	学位论文所研究的内容与学科的相关程度	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
总分	86	
总体评价	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 合格</div> <div><input type="radio"/> 不合格</div>	
是否同意答辩	<div><input type="radio"/> 同意答辩</div> <div><input checked="" type="radio"/> 同意答辩稍作修改。对论文作出少量修改后直接组织答辩</div> <div><input type="radio"/> 修改后重新评审。需要对论文作出较大修改后重新评审</div> <div><input type="radio"/> 不同意答辩</div>	
对论文熟悉程度	<div><input checked="" type="radio"/> 很熟悉</div> <div><input type="radio"/> 熟悉</div> <div><input type="radio"/> 一般</div>	

对学位论文的学术评语
博士学位论文《托卡马克中非热化电子动理学演化及其对回旋辐射影响的数值研究》为理解异常电子回旋辐射现象产生的机制以及逃逸电子的动理学过程开展了三部分的研究，即诊断平台的研发、计算模拟程序的开发以及结合上述手段对异常电子回旋信号的分析。选题面向聚变装置的逃逸电子问题和对抑制逃逸电子手段的需求，具有良好的现实意义和应用价值。研究内容较为基础，基础理论扎实，研究方法属于很常规的研究手段，创新性存疑或需要明确阐述。论文的书写规范，结构清晰，学风严谨。综上，该学位论文建议稍作修改后进行答辩。
论文的不足之处和建议
博士工作的创新性建议明确阐述，比如相比于其他已发表的研究方法和手段有何改进，分析上有何优势？博士期间发表了多少篇论文，建议总结后附加，如果尚未发表任何论文，应该列出有哪些正在撰写或投稿审阅过程中的论文。注意调整论文中图片的标注文字大小，例如第2页图1.2、第11页图1.10的文字标注需要放大才可看清；如果图1.10、1.11是引用已发表或正在投稿的论文，则应当注明，否则就应将图中的英文文字说明换成中文；图1.13是否应整体放大？建议答辩前针对上述问题及类似问题做适当修改，对论文的规范性做进一步提高。祝好！

评议项目	评价要素	分档
论文选题	选题的前沿性与开放性；研究的理论意义与现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳和总结情况。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
文献综述	了解本领域及相关领域研究状态与进展，评述得当	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
创新性及论文价值	是否有新规律的发现；是否有新命题新方法的提出；对解决自然科学或工程技术中重要问题是否有作用。论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
基础知识和科研能力	科学理论基础的坚实宽广程度；专门知识的系统深入程度；研究方法的科学性；引用资料的翔实性；作者独立从事科学研究的能力。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
论文规范性	引文的规范性；学风的严谨性；结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
研究内容与学科相关性	学位论文所研究的内容与学科的相关程度	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
总分	86	
总体评价	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 合格</div> <div><input type="radio"/> 不合格</div>	
是否同意答辩	<div><input type="radio"/> 同意答辩</div> <div><input checked="" type="radio"/> 同意答辩稍作修改。对论文作出少量修改后直接组织答辩</div> <div><input type="radio"/> 修改后重新评审。需要对论文作出较大修改后重新评审</div> <div><input type="radio"/> 不同意答辩</div>	
对论文熟悉程度	<div><input type="radio"/> 很熟悉</div> <div><input checked="" type="radio"/> 熟悉</div> <div><input type="radio"/> 一般</div>	

对学位论文的学术评语
托卡马克放电过程中会涉及很多物理现象，当托卡马克处于某个特定条件时，会产生大量的逃逸电子，其中能量较高的逃逸电子不仅会消耗欧姆储能而且会对装置产生严重的破坏。针对此类问题本文通过建模物理过程，根据诊断测量的背景参数研究不同放电环境下电子回旋辐射的实验现象进行研究。首先，本文从单粒子运动出发，模拟了均匀背景下磁化电子和电磁波的相互作用过程。接着，设计了从分布函数映射到回旋辐射强度的计算程序，为研究电子速度分布演化提供了可与实验参考的数值诊断平台。然后，关于电子速度分布的演化，考虑了均匀电磁场背景条件下分布函数的动力学过程。最后，本文通过数值分析平台，结合EAST实验中放电参数，对电子速度分布演化和对应的回旋辐射进行求解，为电子回旋辐射前端峰形成过程中逃逸电子雪崩机制参与提供一定的研究思路。该论文整体逻辑清晰，数据丰富，符合毕业论文要求。
论文的不足之处和建议
1. 建议作者添加本研究领域的国内外研究现状，选取代表性文献进行论述分析。 2. 模拟托卡马克放电需要考虑边界条件，包括等离子体与壁面的相互作用，以及壁面的材料和热处理效应，作者是怎样处理的？建议加以说明 3. 数字和单位之间应有空格。标题中的英文字母应更改为 Times New Roman 字体。 4. 检查全文的标点符号，注意中英文符号的使用，使其统一。

评议项目	评价要素	分档
论文选题	选题的前沿性与开放性；研究的理论意义与现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳和总结情况。	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
文献综述	了解本领域及相关领域研究状态与进展，评述得当	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
创新性 及论文价值	是否有新规律的发现；是否有新命题新方法的提出；对解决自然科学或工程技术中重要问题是否有作用。论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
基础知识和科研能力	科学理论基础的坚实宽广程度；专门知识的系统深入程度；研究方法的科学性；引用资料的翔实性；作者独立从事科学研究的能力。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
论文规范性	引文的规范性；学风的严谨性；结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input checked="" type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
研究内容与学科相关性	学位论文所研究的内容与学科的相关程度	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
总分	83	
总体评价	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 合格</div> <div><input type="radio"/> 不合格</div>	
是否同意答辩	<div><input type="radio"/> 同意答辩</div> <div><input checked="" type="radio"/> 同意答辩稍作修改。对论文作出少量修改后直接组织答辩</div> <div><input type="radio"/> 修改后重新评审。需要对论文作出较大修改后重新评审</div> <div><input type="radio"/> 不同意答辩</div>	
对论文熟悉程度	<div><input type="radio"/> 很熟悉</div> <div><input checked="" type="radio"/> 熟悉</div> <div><input type="radio"/> 一般</div>	

对学位论文的学术评语
核聚变通过原子核聚合的方式释放能量，可控核聚变是未来能源的重要方向之一，为了有效约束反应物，使之达到聚变反应条件，人们提出了惯性约束和磁约束等方式，其中磁约束中主流位型是托卡马克位型。本博士论文主要研究内容是对逃逸电子动理学过程进行数值分析，完成了动理学数值计算平台以及电子回旋辐射数值诊断平台。开发了针对非热电子动理学理论的数值计算平台和以及电子回旋辐射计算平台，通过结合动理学和对应的电子回旋辐射演化，模拟了两种放电条件下电子回旋辐射现象，解释了放电初级电子回旋辐射前端峰的形成以及密度下降过程中回旋辐射突然指数增长的物理机制。本论文还通过保体积算法详细分析了电子与电磁波相互作用过程中的反常多普勒效应，发现了电磁波对逃逸电子的约束能量阈值，并提出了用于抑制逃逸电子能量的方法。这些研究对提高托卡马克放电品质、保护装置等方面具有重要的科学意义。 论文采用的研究方法正确，结果可靠，分析有据，反映出作者调研了相关文献，熟悉本领域的研究动态，掌握了相关研究方法，表现出扎实的理论基础和科研能力。 论文写作条理清晰，内容的表达具有很强的逻辑性，已达到博士学位论文的要求，建议组织学位论文答辩。
论文的不足之处和建议
本论文工作中须进一步明确作者自己的贡献有多少，以及前人的贡献有多少，是否有文章、专利、软件著作权等佐证材料还需答辩委员会进一步核实。 论文中许多图的标题不够详细，比如图1.1的链式反应的过程和产物须做一个说明、图1.15，1.23，1.27，4.2，4.25，5.6等中横轴和纵轴分别表示什么？ 图2.5，2.10中出现了多个a和b等，图2.6（c）图未作说明。有许多图中的字体与正文相比有的太小，有的太大，有许多图的清晰度不够。作者须仔细检查每一张图及其标题是否符合规范。154页，倒数第二行（如？？），两个问号须修正。

评议项目	评价要素	分档
论文选题	选题的前沿性与开放性；研究的理论意义与现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳和总结情况。	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
文献综述	了解本领域及相关领域研究状态与进展，评述得当	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
创新性 及论文价值	是否有新规律的发现；是否有新命题新方法的提出；对解决自然科学或工程技术中重要问题是否有作用。论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
基础知识和科研能力	科学理论基础的坚实宽广程度；专门知识的系统深入程度；研究方法的科学性；引用资料的翔实性；作者独立从事科学研究的能力。	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
论文规范性	引文的规范性；学风的严谨性；结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	<div><input type="radio"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
研究内容与学科相关性	学位论文所研究的内容与学科的相关程度	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 一般</div> <div><input type="radio"/> 较差</div>
总分	92	
总体评价	<div><input checked="" type="radio"/> 优秀</div> <div><input type="radio"/> 良好</div> <div><input type="radio"/> 合格</div> <div><input type="radio"/> 不合格</div>	
是否同意答辩	<div><input checked="" type="radio"/> 同意答辩</div> <div><input type="radio"/> 同意答辩稍作修改。对论文作出少量修改后直接组织答辩</div> <div><input type="radio"/> 修改后重新评审。需要对论文作出较大修改后重新评审</div> <div><input type="radio"/> 不同意答辩</div>	
对论文熟悉程度	<div><input type="radio"/> 很熟悉</div> <div><input checked="" type="radio"/> 熟悉</div> <div><input type="radio"/> 一般</div>	

对学位论文的学术评语
托卡马克Tokamak是最为重要的受控热核聚变实现方式，是国际热核聚变领域的热点与前沿，具有重要的研究价值和应用前景，论文选题针对托卡马克电子回旋辐射信号的若干现象和逃逸电子问题，具有重要的实用价值。论文主要对逃逸电子动理学过程进行数值分析，完成了动理学数值计算平台以及电子回旋辐射数值诊断平台。通过结合动理学和对应的电子回旋辐射演化，模拟了两种放电条件下电子回旋辐射现象，并分析了其物理机制。论文还通过保体积算法详细分析了电子与电磁波相互作用过程中的反常多普勒效应，提出了电磁波对逃逸电子的约束能量阈值，并提出了用于抑制逃逸电子能量的方法。论文工作量饱满，格式基本规范。
论文的不足之处和建议
1. 论文托卡马克和Tokamak混用的问题（如第4、5章多次出现tokamak，而前几章均用托卡马克），建议第一章第一段中说明托卡马克的英文为Tokamak，并在论文中统一采用一个名称。 2. 论文对于放电平台期通过对密度调控使其下降达到某一阈值时电子回旋辐射突然上升的现象，提出了不同与传统文献的观点，认为该现象与磁扰动有关，并通过数值模拟和实验数据进行了验证。但验证过程采用的数据样本较少，所提出的电磁波约束逃逸电子的方法也未有实验验证，建议后续开展更深入研究。

评议项目	评价要素	分档
论文选题	选题的前沿性与开放性；研究的理论意义与现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳和总结情况。	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
文献综述	了解本领域及相关领域研究状态与进展，评述得当	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
创新性 及论文价值	是否有新规律的发现；是否有新命题新方法的提出；对解决自然科学或工程技术中重要问题是否有作用。论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	<div><input type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
基础知识和科研能力	科学理论基础的坚实宽广程度；专门知识的系统深入程度；研究方法的科学性；引用资料的翔实性；作者独立从事科学研究的能力。	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
论文规范性	引文的规范性；学风的严谨性；结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
研究内容与学科相关性	学位论文所研究的内容与学科的相关程度	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div> <div><input type="checkbox"/> 较差</div>
总分	90	
总体评价	<div><input checked="" type="checkbox"/> 优秀</div> <div><input type="checkbox"/> 良好</div> <div><input type="checkbox"/> 合格</div> <div><input type="checkbox"/> 不合格</div>	
是否同意答辩	<div><input checked="" type="checkbox"/> 同意答辩</div> <div><input type="checkbox"/> 同意答辩稍作修改。对论文作出少量修改后直接组织答辩</div> <div><input type="checkbox"/> 修改后重新评审。需要对论文作出较大修改后重新评审</div> <div><input type="checkbox"/> 不同意答辩</div>	
对论文熟悉程度	<div><input checked="" type="checkbox"/> 很熟悉</div> <div><input type="checkbox"/> 熟悉</div> <div><input type="checkbox"/> 一般</div>	

对学位论文的学术评语
<p>逃逸电子问题是未来聚变堆中所面临的关键问题之一，本文围绕该方向主要完成了以下三个方面的研究：研发电子速度分布到回旋辐射强度的数值诊断平台；开发电子速度分布的动理学计算程序以及电子和电磁波相互作用过程的直接模拟；结合动理学程序和电子回旋辐射数值诊断平台对实验中观测到的异常电子回旋信号予以解释。论文具有不错的创新性。申请人对所研究的问题进行了深入的调研，研究具备扎实的基础知识。申请人在科研过程中取得了一系列的优秀成果，也具备了相当的科研能力，完全符合博士学位要求。</p>
论文的不足之处和建议
<p>本论文在诊断数据处理以及逃逸电子的数值模拟方面已做出优秀的成果，但是要注意的是其数值模拟工作所假定的条件是较为初步的，理想的。作为研究的第一步是合理的，但是要解决真实托卡马克破裂过程中的逃逸电子相关问题研究，还需要进一步考虑复杂的电磁场条件，望候选人能在之后的研究工作中进一步深入研究相关问题，以期解决破裂过程中的逃逸电子控制问题。</p>