

# 07 理学

## 目录

0701 数学.....	01
0702 物理学.....	18
0703 化学.....	29
0704 天文学.....	47
0705 地理学.....	61
0706 大气科学.....	78
0707 海洋科学.....	90
0708 地球物理学.....	108
0709 地质学.....	118
0710 生物学.....	134
0711 系统科学.....	148
0712 科学技术史.....	163
0713 生态学.....	175
0714 统计学.....	186
0715 气象.....	200



## 0701 数学

中文名称：数学

英文名称：Mathematics

编写成员：数学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

数学起源于人类远古时期生产、获取、分配、交易等活动中的计数、观测、丈量等需求，并很早就成为研究天文、航海、力学的有力工具。17世纪以来，物理学、力学等学科的发展和工业技术的崛起，与数学的迅速发展形成了强有力的相互推动。到19世纪，已形成了分析、几何、数论和代数等分支，概率已成为数学的研究对象，形式逻辑也逐步数学化。与此同时，在天体力学、弹性力学、流体力学、传热学、电磁学和统计物理中，数学成为不可缺少的定量描述语言和定量研究工具。

20世纪中，科学技术的迅猛发展进一步凸显了数学在整个科学技术领域中的基础地位。当代数学发展形成了三个主要特征：数学内部各学科高度发展和相互之间不断交叉、融合的趋势；数学与信息科学技术之间巨大的相互促进作用；数学在其他领域中的广泛应用。

数学与科学技术一直以来的密切联系，在20世纪中叶以后更是达到了新的高度。第二次世界大战期间，数学在高速飞行、核武器设计、火炮控制、物资调运、密码破译和军事运筹等方面发挥了重大的作用，并涌现了一批新的应用数学学科。其后，随着电子计算机的迅速发展和普及，特别是数字化的发展，使数学的应用范围更为广阔，数学在几乎所有的学科和部门中都得到了应用，数学的应用范围愈来愈广，不但物理学、工程、化学、天文、地理、生命、生物、医学等需要数学，甚至经济学、语言学、社会学、哲学、管理学、考古学等也开始应用数学。数学已成为高技术中的一个极为重要的组成部分和思想库。另一方面，数学在向外渗透的过程中，逐渐形成了诸如模糊数学、智能信息处理、金融数学、生物数学、经济数学等一批新的交叉学科，催生了计算机科学、系统科学等学科，发展了近代科学体系

中的前沿数学理论。21 世纪以来，数学正以前所未有的深度和广度与其他学科和技术进行实质性地融合发展。随着实验、观测、计算和模拟技术与手段的不断进步，数学作为定量研究的关键基础和有力工具，不仅在在自然科学、工程技术和社会经济等传统领域的发展研究中发挥重要的作用，也将在人工智能、先进制造、生物制药、新材料等新兴领域发挥日益重要的作用。

## （二）学科内涵

数学，是以形式化、严密化的逻辑推理方式，研究客观世界中数量关系、空间形式及其运动、变化，以及更为一般的关系、结构、系统、模式等逻辑上可能的形态及其变化、扩展。数学的主要研究方法是逻辑推理，包括演绎推理与归纳推理。

由于数量关系、空间形式及其变化是许多学科研究对象的基本性质，数学作为这些基本性质的严密表现形式，成为一种精确的科学语言，成为许多学科的基础。自上世纪初以来，一方面，出现了一批新的数学学科分支，创造出新的研究手段，扩大了研究对象，使学科呈现出抽象程度越来越高、分化越来越细的特点；另一方面，尤其是近二三十年来，不同分支学科的数学思想和方法相互交融渗透，许多高度抽象的概念、结构和理论，不仅成为数学内部联系的纽带，也已越来越多地成为科学技术领域广泛适用的语言。

作为 20 世纪影响最为深远的科技成就之一，电子计算机的发明本身，又一次充分展示了数学成果对于人类文明的卓越贡献。近些年来，计算机科学与技术与以人工智能、网络空间安全、数据科学等为代表的新科技发展迅猛，数学都在起着关键性的作用；同时，在这些领域的发展过程中，也向数学提出了大量带有挑战性的问题，推动着数学本身的发展。相关新科技已成为数学研究的新的强大手段，其飞速进步正在改变传统意义下的数学研究模式，并将为数学的发展带来难以预料的深刻变化。

作为一种文化，数学是人类文明的重要基础，它的产生和发展在人类文明的进程中起着重要的推动作用。数学作为最为严密的一种理性思维方式，对提高理性思维的能力具有重要的意义和作用。

## （三）学科范围

数学自身特色鲜明，自成体系，作为一级学科的数学是一个范围广阔、分支众多、应用广泛的科学体系，已形成包括基础数学、计算数学、概率论与数理统计、应用数学、运筹学与控制论等 5 个二级学科以及许多新兴交叉学科的庞大的科学体系。

### 1.基础数学

基础数学又称为纯粹数学。它关注数学概念的内涵和概念之间的联系，对问题的研究旨在数学理论的建设，而不是为其它学科或实际应用的需求，即使问题可能来自其他学科或实际应用。基础数学大致分为代数（含数论）、几何、分析（基于微积分的数学）三部分。现代数学的分支繁多，各个部分之间的融合与交叉也是日趋深入。有些方向是非常活跃的，如代数几何、数论、表示理论、动力系统、偏微分方程、几何分析、调和分析、微分几何、微分拓扑、复几何、拓扑、组合、数学物理等等。在信息时代，基础数学发展迅猛，重要性与日益增。

### 2.计算数学

计算数学是研究科学技术领域中数学问题的数值求解方法和理论，尤其注重高效、稳定的算法设计与理论分析。计算与理论、实验为当代科学研究三大手段之一。近年来，随着数据规模与计算能力的飞速发展，产生了可计算建模、反问题建模与计算、数据科学、机器学习、计算几何、数学软件、新型计算方法等新的学科分支，并与其他领域结合形成了计算力学、计算物理、计算化学、计算材料学、计算生物学、数字经济等交叉学科。

### 3.概率论与数理统计

概率论与数理统计是研究随机现象内在规律的学科。概率论研究随机现象的内蕴结构和数量规律，发展相应的数学理论和方法；数理统计研究如何有效地收集、分析和使用随机性数据，是各种统计方法及其应用的理论基础。概率论与数理统计的思想和方法向其他学科的渗透已成为近代科学发展的明显趋势之一，由此形成了统计物理、统计力学、随机控制、生物统计、经济统计、工程统计等交叉学科，并产生了数据挖掘、可靠性统计、决策分析、机器学习等新的学科分支。

## 4.应用数学

应用数学聚焦理论的创新、问题驱动的应用研究和服务社会重大需求的交叉研究等方面，是联系数学与现实世界的重要桥梁。应用数学主要研究具有实际背景和应用前景的数学理论，研究自然科学、工程技术、人文与社会科学中包括信息、材料、生命科学、公共卫生、经济、管理等重要领域的数学问题。随着计算机技术特别是大数据和人工智能技术的迅速发展，应用数学的应用广度和深度不断加强，其思想和方法深刻地影响着其他学科的发展，并促进了众多重要的综合性学科的诞生和成长。同时，在研究解决实际问题的过程中，新的重要的数学问题不断产生，有力地推动着数学本身的发展。

## 5.运筹学与控制论

运筹学与控制论是数学与管理科学、系统科学、计算机科学和许多工程技术科学紧密联系和相互交叉的学科。它从系统和信息处理的观点出发，以数学和计算机为主要工具，研究解决社会、经济、金融、军事、生产管理、计划决策等各种系统的建模、分析、规划、设计、控制及优化等问题。运筹学以建立各类系统的优化模型和求解算法为研究对象，为各类系统的规划设计、管理运行和优化决策提供理论依据。控制理论以各类系统的状态控制为研究对象，是自动化、信息化、机器人、计算机和航天技术等现代技术发展的数学理论基础。

### （四）培养目标

本学科培养的硕士、博士需恪守学术道德规范，遵纪守法，具有良好的科学素质、严谨的治学态度及较强的创新精神，善于接受新知识，探索新思路，研究新课题，并有较强的从事数学及数学相关学科工作的能力。

#### 1.硕士学位

本学科培养的硕士是数学方面的专门人才，掌握较坚实的数学基础理论和较系统的专门知识，对本学科前沿进展与动向有一定了解，并在某学科方向受到一定的科研训练，有较系统的专业知识，初步具有独立从事科学研究工作或独立担负专门技术工作的能力。

本学科培养的硕士应在某个专业方向上做出有理论或实践意义的成果；掌握一门外国语，能较为熟练地阅读本专业的英文资料；能

承担与数学相关的科研、教学或其他实际工作。

## 2.博士学位

本学科培养的博士是数学方面的高级研究人才，掌握坚实宽广的数学基础理论和系统深入的专门知识，熟悉所研究领域的现状和发展趋势，在某学科或研究方向受到科研全过程的训练，掌握系统与完整的专业知识，研究问题应有理论或应用方面的意义、有创新且内蕴较丰富，具有独立从事科学研究工作或独立担负专门技术工作的能力。

本学科培养的博士应在有关研究方向上做出有创新性的成果，或与有关专业人员合作解决某些重要实际问题；至少掌握一门外国语，能熟练阅读本专业的外文资料，具有良好的写作能力和进行国际学术交流的能力；能独立承担数学及其相关学科的科学研究、教学或其他实际工作。

### （五）相关学科

信息与通信工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、网络空间安全、物理学、化学、材料科学与工程、电子科学与技术、天文学、生物学、系统科学、统计学、力学、理论经济学、应用经济学、公共卫生与预防医学、军事装备学、管理科学与工程、科学技术史、教育学、心理学等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

掌握数学学科较坚实宽广的基础理论和较系统深入的专门知识；熟悉数学学科有关领域的前沿动态；掌握必要的相关学科知识；具有初步独立从事数学及相关学科科学研究的能力。

根据数学学科应掌握的核心概念和基本知识体系，数学学科的研究生课程划分为学科基础课、专业基础课和专业课。

学科基础课涵盖数学一级学科应掌握的学科基础知识；专业基础课涵盖数学各个研究方向应分别掌握的专业基础知识；专业课涵盖数学各研究方向应分别掌握的专业知识。

学科基础课涵盖数学一级学科的核心概念和基础知识,如代数、分析、概率、几何与拓扑及其他应掌握的学科基础知识。

专业基础课涵盖的专业基础知识包括:

基础数学:代数学、代数数论、同调代数、代数几何、李群与李代数、代数拓扑、微分流形、黎曼几何、微分拓扑、分析学、复分析、实分析、泛函分析、非线性分析、调和分析、常微分方程定性理论、现代偏微分方程、数理逻辑等相关的专业基础知识。

计算数学:数值分析、数值代数、数值逼近、微分方程数值解、有限元方法、有限差分方法、有限体积方法、最优化方法、并行计算、计算几何等相关的专业基础知识。

概率论与数理统计:高等概率论、随机过程、鞅论、马氏过程、随机分析、回归分析、时间序列分析、高等数理统计、多元统计分析、贝叶斯统计、现代统计计算方法、试验设计与分析、金融数学等相关知识。

应用数学:应用偏微分方程、数学物理方法、计算机代数、数学模型、逼近与学习理论、调和分析与小波分析、分形及其应用、动力系统、模糊数学、智能计算、智能信息处理、密码与编码、生物数学、经济数学、数据处理、人工智能的数学基础等相关知识。

运筹学与控制论:运筹学通论、凸分析与凸优化、最优化方法、组合优化、组合数学、图论、线性系统理论、现代控制理论、系统辨识、最优控制、非线性控制、系统稳定性、系统估计等。

数学教育:现代数学概观、数学课程论、数学教学论、数学教育心理学、数学史、数学教师教育理论、数学教育研究方法、数学教育测量与统计、数学与数学教育哲学、高观点下的初等数学研究、数学教育技术等相关知识。

专业课涵盖的专业知识:具体专业课程和所涵盖的知识结构由各研究方向确定。

根据学科发展和研究方向的需要,可适当开设交叉学科课程,鼓励开展合作研究。

## (二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

数学学科培养的硕士需崇尚科学精神,具有一定的数学素养,

具备进一步学习数学和其他相关学科所必需的能力，并能初步应用这些能力发现问题、提出问题和解决问题，掌握数学学科相关的知识产权和学术规范等方面的知识。

数学学科培养的硕士是数学专业人才，需热爱祖国、遵纪守法、学风严谨、品行端正，有较强的事业心和献身科学的精神，能积极为各项建设事业服务。数学学科培养的硕士需严格遵守国家法律法规，不得侵犯他人的知识产权。在成果署名、论著引用、数据收集和使用、成果评价等方面尊重事实，遵守学术规范。

数学学科培养的硕士需身心健康，具有坚韧不拔的钻研精神。

### **（三）获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

数学学科培养的硕士是数学方面的高层次专门人才，具有比较扎实宽广的数学基础，了解数学学科目前的进展，并在某一子学科受到一定的科研训练，熟悉所研究领域的现状、发展趋势和学术研究前沿动态，初步具有独立进行理论研究的能力或运用数学知识解决实际问题的能力，在某个专业方向上做出有理论或实践意义的成果。

数学学科培养的硕士获得的学科知识初步达到专业化水平，对他人成果进行评价时，能在充分掌握国内外相关材料、理论及应用结果和数据的基础上，维护学术评价的客观、公正性，力求全面、准确。

数学学科培养的硕士需具有良好的科学素质、严谨的治学态度、较强的开拓精神，善于接受新知识，提出新思路，探索新课题，并具有良好的团队合作精神。

数学学科培养的硕士需掌握一门外语，能够熟练阅读本专业的英文资料，具有撰写学术论文的能力，具有进行国际学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力。能运用计算机与现代信息工具从事科研、教学、高新技术开发或管理工作。

### **（四）学位论文基本要求**

硕士学位论文是为申请硕士学位而撰写的学术论文，是评判学位申请者学术水平的主要依据。

数学学科硕士学位论文要选择基础类数学研究、应用类数学研究或数学教育类研究中有价值的课题，对所研究的课题有新的见解，并能表明作者在本门学科上掌握了较坚实的基础理论和较系统的专

门知识，具有从事科学研究工作或独立担负专门技术工作的能力。

硕士学位论文应是本人的研究成果，在导师指导下独立完成，不得抄袭或剽窃他人成果。学位论文应反映作者较好地掌握了数学学科及相关专业的研究方法和技能；做到论点界定明确，数据真实可靠，推理严谨充分，结构层次分明，文字清晰通畅。

硕士学位论文一般包括：封面、原创性声明、论文摘要与关键词、论文目录、正文、参考文献、发表和完成的文章目录、致谢等。

### 1.规范性要求

数学学科硕士学位论文形式应以研究论文为主，论文一般包括以下部分：

(1) 论文题目：应当简明扼要地概括和反映出论文的核心内容，题名语意未尽，可加副标题。

(2) 原创性声明：应声明论文是作者在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。

(3) 中英文摘要与关键词：论文摘要重点概述论文研究的目的、方法、成果和结论，语言力求精练、准确，要突出本论文的创造性成果或新见解。

(4) 前言或绪论：前言应对论文的背景及工作内容作简要的说明，要求言简意赅。

(5) 文献综述：是对本研究领域国内外研究现状的评述和相关领域中已有研究成果的介绍。

(6) 正文部分：是学位论文的主体和核心部分，不同研究方向和不同的选题可以有不同的写作方式：可以是对一个理论和应用问题的完整详细的描述、逻辑论证等；也可以由基于同一研究目的、多篇已发表系列论文组成。

(7) 结论：是学位论文最终和总体的结论，是整篇论文的归宿。应精炼、准确、完整，着重阐述作者研究的创造性成果及其在本研究领域中的意义，还可进一步提出需要讨论的问题和建议。

(8) 参考文献：是作者撰写论文或论著而引用的有关期刊论文和图书资料等。凡有引用他人成果之处，均应标明该成果的出处，按作者姓名顺序或文中引用顺序列于文末。

数学学科硕士学位论文要表达准确、条理清楚、层次分明、文字通顺、格式规范、数据准确、图表规范、结论可信。

## 2. 质量要求

学位论文是研究生培养质量的重要标志，是否取得创新成果和是否具备研究能力通常是衡量学位论文质量的两个重要指标。要求通过考查学位论文是否让研究生受到全面系统的研究训练、是否具备数学某一领域的研究能力和实践能力来评价论文质量。可以从以下几方面进行要求：对硕士生学习与研究计划的审查要重点考查该硕士生是否尽早确定研究领域、进入研究状态；对硕士生开题报告的审查要重点考查该硕士生的文献收集、整理、综述能力和研究设计能力；论文答辩要从论文选题与综述、研究设计、论文的逻辑性和规范性、工作量等方面考查。对于数学学科硕士学位论文，不强制要求硕士生在校期间取得量化的创新成果，鼓励数学学科硕士生在取得硕士学位之前，将论文工作中取得的创新研究成果整理成文，以学术论文的形式发表。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

获数学学科博士学位的基本要求：掌握数学学科坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识；熟悉数学学科有关领域的前沿动态和发展趋势；掌握必要的相关学科知识；具有独立从事数学及相关学科创新性研究的能力，在数学和相关领域做出创造性成果。

数学学科的研究生课程划分为学科基础课、专业基础课和专业课。

学科基础课涵盖数学一级学科基础知识；专业基础课涵盖数学各研究方向专业基础知识；专业课涵盖数学各研究方向的专业知识。

学科基础课涵盖数学一级学科的核心概念和基础知识，如代数、分析、概率、几何与拓扑及其他学科基础知识。

专业基础课涵盖的专业基础知识包括：

基础数学：代数学、代数数论、同调代数、代数几何、李群与李代数、代数拓扑、微分流形、黎曼几何、微分拓扑、分析学、复分

析、实分析、泛函分析、非线性分析、调和分析、动力系统原理、常微分方程定性理论、现代偏微分方程、数理逻辑等相关的专业基础知识。

计算数学：数值分析、数值代数、数值逼近、微分方程数值解、有限元方法、有限差分方法、有限体积方法、最优化方法、并行计算、计算几何等相关的专业基础知识。

概率论与数理统计：高等概率论、随机过程、鞅论、马氏过程、随机分析、回归分析、时间序列分析、高等数理统计、多元统计分析、贝叶斯统计、现代统计计算方法、试验设计与分析、金融数学等相关知识。

应用数学：应用偏微分方程、数学物理方法、计算机代数、数学模型、逼近与学习理论、调和分析与小波分析、分形及其应用、动力系统应用、模糊数学、智能计算、智能信息处理、密码与编码、生物数学、经济数学、数据处理、人工智能的数学基础等相关知识。

运筹学与控制论：运筹学通论、凸分析与凸优化、最优化方法、组合优化、组合数学、图论、线性系统理论、现代控制理论、系统辨识、最优控制、非线性控制、系统稳定性、系统估计等。

数学教育：现代数学概观、数学课程论、数学教学论、数学教育心理学、数学史、数学教师教育理论、数学教育研究方法、数学教育测量与统计、数学与数学教育哲学、高观点下的初等数学研究、数学教育技术等相关知识。

专业课涵盖的专业知识：具体专业课程和所涵盖的知识结构由各研究方向确定。博士专业课程按学科方向设置，其内容既要具有基础性又要能反映学科的近代发展，带有交叉性，起到拓展博士生知识的作用。

根据学科发展和研究方向的需要，可适当开设交叉学科课程，鼓励开展合作研究。

## **(二) 获本一级学科博士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

数学是一门基础学科，是推动人类文明进步的重要力量。数学逻辑性强，注重方式方法，能训练人们的思维能力；数学也是一种工

具,能帮助解决自然科学、社会科学和工程技术领域的许多重要问题,推动科技发展和社会进步。

数学学科培养的博士需崇尚科学精神,具有较高的数学素养,具有从事数学事业的热情;掌握数学科学的基本理论与基本方法,受到数学科学研究的系统训练,具备进一步学习数学和其他相关学科所必需的能力,具备发现问题、提出问题和解决问题的能力;数学学科培养的博士还需要有尊重数学学科相关的知识产权和恪守学术规范等方面的素养;有很好的语言表达能力,掌握资料查询、文献检索及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法,具有较高的数学科学研究和教学能力;数学学科培养的博士还应身心健康,具有坚韧不拔的钻研精神。

基础研究类培养的博士需具备较强的逻辑推理、分析综合、发现与证明、反驳与猜测等方面的抽象思维能力;具有能构造出相应的抽象模式,并以此为直接对象从事纯形式研究的能力;其构造出的数学抽象模式在概念意义上应具有普遍性和概括性、在表述形式上具有无歧义的逻辑精确性和简洁性。

应用研究类培养的博士需具备发现或提炼其他科学和工程技术与数学相关的重要问题的能力;具备理解应用领域的问题本质、运用数学知识和计算机等研究手段解决科学或工程领域实际问题及开发软件等方面的能力;具备把握数学科学的某些新发展和应用前景,在科学技术、教育和经济部门从事应用数学研究、教学或在生产经营及管理部门从事实际应用、开发研究和管理工作能力。

数学教育类培养的博士需具备较强的数学功底和逻辑推理、分析与综合、发现与证明、反驳与猜测等方面的抽象思维能力;熟练掌握数学教育的基本研究方法,并能够进行独立的课题开发与研究;能够从理论上解决数学教育中的实际问题,并对教师专业发展和课堂教学有一定的指导作用;熟悉数学的历史及发展现状,掌握数学教育规律。

基础研究和应用研究相互交融、相互促进是现代数学发展的趋势,数学学科培养的博士要兼顾这两方面学术素养的培养和提高。

## 2.学术道德

数学学科培养的博士要热爱祖国、遵纪守法、学风严谨、品行端正，有较强的事业心和献身科学的精神，积极为社会各项建设事业服务；要严格遵守国家法律法规，遵守共同的学术道德；不得侵犯他人的知识产权，在成果署名、论著引用、数据收集和使用、成果评价等方面，要尊重事实，遵守学术规范。

数学学科培养的博士要重视文献成果的标识，对使用别人的引理、定理所完成的研究论文和报告，要给出明确和规范的标注；用数学基本理论解决实际问题时，数据来源、数据采集方法、数据建模方法等方面也要给出明确说明。

### **（三）获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识能力**

掌握丰富的数学知识是创造性思考数学问题的重要基础，数学学科培养的博士是数学方面的高级研究人才，应具有广博而坚实的数学基础，并深入掌握某一子学科的专门知识；数学思想方法与数学观念是数学知识的重要组成部分，是数学的灵魂，在促进数学的研究和应用中具有关键性作用。数学学科培养的博士应建立良好的数学认知结构，并对数学思想方法与数学观念有深刻的了解。

数学学科培养的博士需具有获取和阅读数学及相关学科研究方向前沿文献的能力，并对文献的先进性、创新性、系统性、局限性等有一定的分析鉴别能力。

数学学科培养的博士需具备通过深入实践获取知识的能力，具备通过研究某一特定学科的发展背景和发展动态，从中获取数据和开展交叉学科研究的能力。

数学学科培养的博士还应具备通过先进的信息技术手段获取知识的能力，并能通过此手段判断研究成果是否原创，研究路线和方案是否合理、可行并符合规范等。

#### **2.学术鉴别能力**

数学学科培养的博士的学术鉴别能力，主要包括对数学研究和应用成果的正确性、重要性、先进性以及理论价值和应用价值的鉴别能力，即能够判别已有研究成果和将要研究的问题在数学学科中的地位、与数学其他研究成果的内在联系，或者应用在其他学科中所起到

的作用等。在此方面，数学学科培养的博士必须达到专业化水平。对他人成果进行评价时，能在充分掌握国内外相关材料、理论及应用结果和数据的基础上，尽可能给出全面、准确的评价，维护学术评价的客观性、公正性。

基础研究类培养的博士需具备从问题描述的真理性、推理的逻辑性、结论的可检验性几个方面鉴定相近数学领域的理论结果的能力。

应用研究类培养的博士需具备鉴定相近应用数学领域理论结果、运用相近应用数学领域方法解决科学、工程、社会、经济等领域问题以及判断问题重要性的能力。

数学教育类培养的博士需具备从问题描述的合理性与深刻性、研究方法的创新性、研究工具的信度和效度、数据分析的逻辑性和客观性、研究成果的理论与实践价值等方面鉴定数学教育领域科研成果的能力，能比较系统地了解国际数学教育研究的现状与趋势。

### 3.科学研究能力

数学学科培养的博士需具有良好的科学素质、严谨的治学态度、较强的开拓精神，善于接受新知识，提出新思路、探索新课题，并具有良好的团队合作精神。

数学学科培养的博士要熟悉所研究领域的现状、发展趋势和学术研究前沿动态，能够阅读文献发现问题，并能从数学的角度提出、解决数学内部问题和实际问题。

数学学科培养的博士要熟练掌握研究过程中所需的各种方式、手段、途径等，具备与有关专业人员合作解决某些重要实际问题的能力。

数学学科培养的博士应具有整理、撰写、发表学术研究成果的能力，具备一定的在本研究领域组织课题和开展学术交流活动的能力。

基础研究类博士所具备的提出问题的科学研究能力包括：发现新问题，创造新理论，发展已有学科，完善已有理论，以及建立不同理论体系的联系。解决问题的科学研究能力包括：创造或运用新的研究方法，或利用已有知识和方法进行逻辑推理或举出反例。

应用研究类博士所具备的提出问题的科学研究能力包括：充分了解其他学科对数学的需求，发现其他学科和工程技术领域与数学相

关的重要问题。解决问题的科学研究能力包括：将实际问题抽象成科学问题进而转化成数学问题，建立数学模型，分析模型性质，设计求解算法，给出解决方案，验证结果的正确性并从理论上给出性能分析等。

数学教育类博士所具备的科学研究能力包括：能够从理论与实践两个方面发现和提出新问题；具备较高的理论功底，能够收集和分析大量的相关文献资料；能够运用适当的研究方法和工具解决数学教育理论与实践中的问题；通过研究提高教师的专业素养、改进教学活动。

#### 4. 学术创新能力

(1) 基础研究类博士的学术创新能力主要体现在：

- ①构建新的理论体系；
- ②完善已有的理论体系；
- ③建立不同理论体系的联系；
- ④发现与证明理论结果；
- ⑤完善、推广与综合已有的理论结果。

(2) 应用研究类博士的学术创新能力主要体现在：

- ①深入了解其他学科和工程技术领域的相关数学问题；
- ②提炼出其他学科和工程技术领域与数学相关的重要问题
- ③建立数学模型来解决相关问题；
- ④构造新的求解方法或发现新现象、新规律；
- ⑤推动交叉学科问题或者实际问题的解决。

(3) 教育类博士的学术创新能力主要体现在：

①研究方法上的创新：构建新的理论框架、研究工具或指标体系；

②理论上的创新：在经验和研究的基础上提出新的理论观点、模型或者修正原有的理论；

③实践上的创新：建立理论与实践之间的联结，开发并实验新的实践模式。

数学学科培养的博士需具有在以上一个或几个方面从事创新性研究的能力。

## 5.学术交流能力

数学学科培养的博士需至少掌握一门外语，能够熟练阅读本专业的外文资料，具有独立撰写学术论文的能力，具有进行国际学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力。能运用计算机与现代信息工具从事科研、教学、高新技术开发或管理工作。

## 6.其他能力

数学学科培养的博士的其他能力包括沟通交流、协调合作、传授知识的能力，以及一定的社会活动及相关服务和管理等能力。

应用类培养的博士要特别强调了解其他学科与工程技术领域对数学学科的需求并提炼数学问题的能力，以及与不同学科和工程技术领域的研发团队、政府、企业等部门之间的沟通、交流、合作等能力。

### （四）学位论文基本要求

博士学位论文是为申请博士学位而撰写的学术论文，是评判学位申请者学术水平的主要依据。

#### 1.选题与综述的要求

博士学位论文要选择在国际上属于学科前沿的课题或对经济建设和社会发展有较重要意义的课题，要突出论文在科学和专门技术上的创新性和先进性，并能表明作者在本学科领域掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，具有独立从事科学研究工作的能力。

数学学科博士学位论文的选题应属于数学学科研究的理论科学问题或应用科学的理论方法问题等。选题应符合科学发展的规律和社会经济发展的需求，并需要进行充分的论证。

论证应阐述选题依据，若是独立创造的理论，应结合所创造理论的学科意义进行论述；若属于理论学科发展问题，应结合国内外数学学科的发展趋势进行论述；若属于交叉学科问题，应结合所交叉的学科的发展背景和所存在的数学问题进行论述；若属于经济和社会发展的应用问题，应结合经济和社会发展需要进行论述。论证还应对所选题目的研究内容的可行性和有限研究目标的可实现性进行分析。

数学学科博士学位论文的选题应对研究的基本理论与方法有较好掌握，对该选题以往的主要文献与最新文献有较深入了解。

数学学科博士学位论文应在充分阅读文献和信息整理加工基础

上,进行文献综述,综述部分应具备系统性与完整性。根据研究需要,综述需要阅读适当的国内外文献,包括经典文献和最新文献等。

综述应包括至少如下几部分:研究背景,包括研究问题属于哪个研究方向,在该方向中属于哪类问题,也就是该研究问题在数学学科知识结构中的位置,从概括写到具体;完全独创的新理论,综述中要阐明所借鉴的理论或方法;研究问题的历史沿革,包括前人已经解决了的问题和取得的突破进展;现有研究存在的问题或尚未解决的问题及其原因;本研究的主要目的和在哪些方面可以弥补已有研究的不足;该研究的理论意义或应用价值。

另外,综述应该按照问题、观点或方法来分类和评介,而不只是列举已有的研究成果。

## 2.规范性要求

数学学科的博士学位论文应反映作者掌握了数学学科、相应专业的理论和研究方法;做到论点界定明确,数据真实可靠,推理严谨充分,结构层次分明,文字清晰通畅。

以下几个部分是博士学位论文不可缺少的:选题依据、研究进展综述、研究方法和技术路线说明、数据和资料来源说明、研究结果、逻辑推理与证明、结论及其可靠性与有效性分析、存在的问题或未来发展趋势等。

学位论文需要遵守国家和学位授予单位规定的理科学位论文基本格式。同时,数学学科博士学位论文还必须符合如下要求:

- (1) 所有已有的引理、定理都要给出引文;
- (2) 所有原始数据和资料均要标注来源出处及采集方式;
- (3) 文中所附图表、公式根据需要有适当的标注;
- (4) 核心学术概念要明确、严谨、有效,原则上只能来自数学相关学科或交叉学科内公认的学术论著对概念的阐释;
- (5) 除了数学学科和交叉学科惯用缩略语外,文中缩略语必须在第一次出现时注明全称;全文缩略语用单独列表形式排出,列在文前或参考文献后;
- (6) 参考文献应按照国标要求;
- (7) 学位论文一般包括:封面、原创性声明、论文中英文摘要

与关键词、论文目录、正文、参考文献、发表文章目录、致谢等。

### 3.成果创新性要求

数学学科博士学位论文必须在数学学科研究领域或者其他交叉学科领域具有创新性，可以是理论概念的创新，方法的创新，获取新数据、用新方法或新思路分析现有数据的创新。具体如下：

(1) 概念和理论的创新。在数学学科领域提出新的概念或理论，新的概念和理论具有良好的概括或解释能力，具有坚实的学科基础。

(2) 理论的完善。在数学学科领域的某个已有理论的基础上，发现不完备性或者论证存在的问题，进行补充和解释。

(3) 方法的创新。使用和开发新的研究方法，新的方法在理论或者实践方面比过去有明显进步，或者在特定方面具有优势，采用新的方法能够得出有意义的结论。

(4) 研究问题的创新。数学的重要特点是基础性，问题的解决都可以用数学的理论进行描述和论证。随着其他学科不断发展，以及新的经济和社会问题不断涌现，采用现有的理论或者方法，对最新出现的其他学科问题进行研究并有新的研究结果，也是创新的体现。

创新部分形成的文章，应达到国内外数学学科或交叉学科专业重要学术期刊论文发表的水平。

## 0702 物理学

中文名称：物理学

英文名称：Physics

编写成员：物理学、天文学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

物理学是研究物质的结构、相互作用和运动规律及其应用的科学。它不仅是自然科学的基础，而且是近代科学技术的主要源泉。

“物理”一词最早出自希腊文，原意是指自然，古时欧洲人称物理学为“自然哲学”。“物理学”作为 Physics 的汉译名，其始于 1900 年出版的藤田丰八翻译的日文著作《物理学》。藤田原拟用“格致”作为中文版的名称，审慎思考后保留了汉字“物理学”作为 Physics 的译名，自此物理学这一名称通行全国。“格物”意思是探究事物的道理，“致理”意思是达到明白事理并加以运用。合并起来就是：探究事物的原理法则，总结为理性知识并加以运用。从更广泛的意义上来说，物理学是研究自然现象及规律的学问。

物理学是随着人类社会实践的进步而产生、形成和发展起来的。纵观物理学的发展史，根据它不同阶段的特点，大致可以将物理学分为萌芽时期、经典物理学时期和现代物理学时期。从 17 世纪牛顿力学的建立到 19 世纪电磁学基本理论的形成，物理学进而成为一门独立的学科。当时的主要分支有力学、声学、热力学、电磁学和光学等，这些通称为经典物理。20 世纪初，相对论和量子力学的建立促进了物理学向纵深的突变，即使经典物理学的各个分支在新理论框架下深入发展，又形成了许多其他新兴学科，如粒子物理与原子核物理、原子与分子物理、凝聚态物理、等离子体物理等，而这些被称之为近代物理学。

近一百年以来，物理学向其它领域的渗透，孕育了许多新学科和新技术，改变了人类的生产和生活方式。近年来这种趋势不断加剧，在能源、信息、材料、化学、生命等领域产生了一系列新的前沿交叉

学科。同时，近代物理学的发展又引起了人们对物质、运动、空间、时间、因果律乃至生命现象等认识的重大变化，使得物理学的内涵不断丰富，外延不断扩大。现在越来越多的事实表明，物理学在揭示微观和宏观的奥秘方面，酝酿着新的重大突破。

## （二）学科内涵

物理学的哲学外延是借助物理学的基本定律与法则来深刻理解和研究宇宙的基本组成与运行（如物质、能量、空间、时间）及其相互关系。

物理学是一门基础学科。在物理学研究过程中形成了大众所熟知的一些基本概念，如力、热、电、磁、光、时间、空间、能量、原子、原子核、基本粒子及物质结构等；建立了经典物理学及相对论、量子力学等基本理论；发展了测量时间、空间、能量等物理量的实验手段和精密测量方法。这些不仅构成了物理学的理论、知识和方法论，而且也成为其他学科，诸如天文学、化学、生物学、地学、医学、农学及计量学等提供了皆宜发展的重要研究手段。物理学还与其他学科相互渗透，产生了一系列交叉学科，如化学物理、生物物理、材料物理、大气物理、海洋物理、地球物理、天体物理等。

物理学也是各种技术学科和工程学科的共同基础和理论支撑。在近代物理发展的基础上，产生了许多新的技术学科，如核能与其他能源技术、半导体电子技术、信息科学与通信技术、材料科学与工程、纳米科学与技术、航空宇航科学与技术等，从而有力地促进了生产技术的变革。19世纪以来，人类历史上的四次产业革命和工业革命，都是以对物理学基本规律的认识突破为先导。进入新世纪后，孕育着新的工业革命的量子科技、人工智能、大数据、生命健康（医疗仪器）等领域和技术均与物理学密切相关。物理学科各领域研究的突破不断促进各种新技术的产生，形成了与许多高新技术学科之间，基础研究与应用研究相互交叠的局面。

## （三）学科范围

根据研究的物质运动形态和具体对象不同，物理学可主要分为以下几个二级学科：理论物理、粒子物理与原子核物理、原子与分子物理、等离子体物理、凝聚态物理、声学、光学、无线电物理及计算

物理等。

1.理论物理是研究客观物质世界的组成和运动基本规律的学科。研究对象根据物质结构层次可分为夸克、轻子、强子、原子核、原子、分子、团簇、凝聚态、生命物质、恒星、星系、宇宙等，每个层次上都有自己的支配规律，同时又相互联系，显示理论物理的基础性、多样性和复杂性。理论物理纯基础学科特色鲜明，知识原创性要求高，既为物理学提供了理论基础，又与自然科学其他领域及工程应用科学中的重大理论基础问题和前沿研究密切相关。

2.粒子物理与原子核物理研究原子核以及更深层次微观粒子的性质、结构、相互作用及运动规律。原子核物理不仅以核子（质子和中子）为基本单元，研究核力作用下的多体问题，而且延伸到原子核环境下核子的夸克与胶子结构，它们之间的相互作用以及高能核核碰撞中产生的新物质形态的性质等。当代粒子物理学的研究包括核子结构、物质基本相互作用的性质与应用、质量的起源、中微子物理、宇宙线物理等等。粒子物理与核物理的研究范围还包括同其他学科的交叉领域，如核技术在工业、农业及生物、医学等方面的应用基础研究。

3.原子与分子物理是研究原子、分子及团簇的结构、性质、相互作用的物理规律，提供各种原子、分子的科学数据的学科。学科的主要研究内容包括：原子结构与原子光谱，分子结构与分子光谱，原子分子碰撞物理，原子分子与电磁场的相互作用，原子分子的非线性光学性质，极端条件下原子分子的状态，超冷原子分子，基于原子分子的精密测量物理，单原子分子测控科学与技术等。原子与分子物理既与光学、凝聚态物理、核物理等物理学各分支学科紧密交叉，也与天文学、化学、材料科学、生命科学、能源等其他学科领域交叉融合，是物质科学的微观基础。

4.等离子体物理研究等离子体的形成、性质、运动规律、相互作用及其控制方法。等离子体物理研究一般分成三类，即聚变高温等离子体、空间等离子体、低温等离子体。聚变高温等离子体主要是以实现可控热核聚变，产生聚变能为目标，又分为磁约束聚变等离子体和惯性约束聚变等离子体。惯性约束聚变等离子体物理研究中近年来衍生出了许多交叉前沿研究，例如等离子体粒子加速、等离子体辐

射、实验室天体物理、高能量密度物理等。

5.凝聚态物理是研究由大量粒子组成的凝聚体的结构与动力学过程、组成粒子的相互作用与运动规律以及演生现象的学科。凝聚态物理的研究领域跨越微观、介观和宏观,涉及固体、软物质和液体等。具体包括:晶体物理、半导体物理、磁学与自旋电子学、拓扑量子物理、强关联与超导物理、表面与界面物理、缺陷与相变物理、低温物理、高压物理、低维与纳米材料物理、非晶物理、生物物理、软物质物理等。

6.声学是研究不同介质中声波的激发、传播、调控、接收及其与物质相互作用的科学。研究对象包括从微纳尺度的电子器件到数千千米尺度的大气、海洋、地球,它与材料、能源、医学、通讯、电子、环境以及海洋等现代科学技术的大部分学科发生交叉,形成了若干丰富多彩的分支学科,如水声和海洋声学、超声物理与工业检测、生物医学超声、功率超声、语言声学、环境声学、心理和生理声学、气动声学,以及大气声学等。

7.光学是研究从微波、红外线、可见光、紫外线直到X射线和 $\gamma$ 射线的宽广波段范围内的电磁辐射的产生、传播及其物质相互作用的一门学科,重点研究红外到紫外波段范围内光辐射的基本原理、光传播的基本规律及其与物质相互作用基本过程。光学学科主要研究内容包括:光辐射的基本性质及其与物质相互作用的基本特征,如,光的产生、传输、调控与探测规律;光与原子、分子、电子、等离子体等相互作用;时空多维度情况与极端条件下的光学行为以及光与光学微纳体系等相互作用;光学与其他学科交叉和高技术应用中的有关科学问题等的研究。

8.无线电物理是利用现代物理学和电子信息科学的基本理论方法和实验手段,研究物质与电磁场相互作用的基本规律,据以发展新型的电子器件和系统,并推广在实际系统中的应用。无线电物理着重研究电磁波甚至于单个光子与物质的相互作用,物理系统的纠缠、相干性和由此而形成的对于电磁波的调控功能,以及对单个光子载运信息的提取和调控,据以发展新型电子器件,拓展电子器件的极端性能。

9.计算物理从物理学基本原理出发,以现代计算技术为手段,

探索、发现和验证新的物理规律,为实验和理论研究提供可靠的数据,并在一定的程度上代替实验,特别是一些极端条件下耗资巨大的实验。主要研究方向为计算凝聚态物理、计算等离子体物理、计算原子与分子物理、计算天体物理、计算场论等。

#### **(四) 培养目标**

总体目标:热爱祖国,拥护中国共产党的领导。遵纪守法、自觉践行社会主义核心价值观。崇尚科学,求真务实;具有社会责任感和良好的职业道德。

##### **1. 硕士学位**

通过在本学科相关领域的课程学习和科学研究,使学生达到既有坚实的理论基础,又有较宽的知识面,较系统地掌握本学科相关领域的专门知识、技术和方法,能够解决科学研究或实际工作中的具体问题。比较熟练地掌握一门外国语,能够进行外文文献阅读和写作。具有从事本学科相关领域的科学研究、教学、工程、技术及管理等方面的工作能力。

##### **2. 博士学位**

通过在本学科相关领域的课程学习和科学研究,使学生掌握本学科相关领域坚实的基础理论、宽广的相关知识背景、系统深入的专业知识以及相应的实验技能和方法。在科研选题、研究方法和创新能力等方面受到系统训练,具有独立从事本学科相关领域或跨学科创造性科学研究工作和相关领域实际工作的能力,至少掌握一门外国语,能够熟练阅读本学科相关领域的外文资料,并具有较强的科研论文写作能力和进行国际学术交流的能力,能够在基础性、应用基础性科学研究或专门技术的研发上取得创新性成果。具有独立从事本学科相关领域的科学研究、高等学校教学的工作能力,以及本学科相关领域工程、技术及管理等方面的工作能力。

#### **(五) 相关学科**

本学科与天文学、数学、化学、生物学等基础学科密切相关,并与基础医学、临床医学、口腔医学、公共卫生与预防医学、中医学、中西医结合、药学、中药学、特种医学、护理学、法医学、公共卫生、作物学、园艺学、农业资源与环境、植物保护、畜牧学、兽医学、林

学、水产、草学、水土保持与荒漠化防治学、材料科学与工程、核科学与技术、光学工程、仪器科学与技术、电子科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、大气科学、海洋科学、地球物理学、地质学、航空宇航科学与技术、智能科学与技术等新工科、新医科密切相关。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本学科硕士学位应掌握的基本知识

硕士生应通过在本学科相关领域的课程学习和科学研究，具有坚实的理论基础，又具有较宽的知识面，较系统地掌握本学科相关领域的专门知识、技术和方法，能够解决科学研究或实际工作中的具体问题。比较熟练地掌握一门外国语，能够进行外文文献阅读和写作。具有从事本学科相关领域的科学研究、教学、工程、技术及管理等方面的工作能力。

#### (二) 获本学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1. 学术素养

具有热爱祖国、执着敬业、勇于创新、敢攀高峰的开拓进取精神；崇尚科学，对学术研究，特别是对物理学的基础与应用基础研究有浓厚的兴趣；具备一定的学术潜力；掌握本学科相关的知识产权、研究伦理等方面的知识；在科研选题、研究方法和创新能力等方面受到系统训练，具有独立从事物理学及相关领域或跨学科创造性科学研究工作和开展相关领域实际工作能力。

##### 2. 学术道德

严格遵守国家法律、法规及规章制度，维护科学诚信；恪守学术道德、学术伦理和学术规范；自觉维护知识产权，充分尊重他人的学术贡献；在科学研究过程中具备严谨的科学作风，不弄虚作假，抵制学术腐败；遵守国家有关保密的法律和法规。

#### (三) 获本学科硕士学位应具备的基本学术能力

##### 1. 获取知识的能力

对本学科相关领域的学术研究前沿动态把握比较准确，能够进行课程学习、文献阅读及科学研究等，能有效地获取、理解、掌握并应用专业知识和先进的研究方法。

必须熟悉本领域的重要科研期刊，并能够跟踪最新进展；对相关的领域有基本的了解；会利用网络信息和重要的科技文献数据库，具备数据库检索和数据处理等现代信息处理技能；至少掌握一门外国语，能熟练地阅读本专业的文献资料，具有进行国际学术交流的能力。

## **2.科学研究的能力**

能够正确地评价和利用已有研究成果，并较为独立地解决课题中遇到的实际问题。

能够发现有价值的科学问题；较为独立地设计并开展研究；能够进行基本的数据处理和分析并形成结论。

## **3.实践能力**

能够与他人良好地合作，具备一定的开展学术研究或技术开发的能力，并具备一定的实验技能及组织协调能力。

应该掌握与研究课题相关的研究方法技巧，包括对这些方法的原理、使用的必要仪器设备的构造原理的良好理解。

## **4.学术交流能力**

需具备将研究成果顺利表达的能力，包括以口头或书面的形式展示其学术专长的学术交流能力。较熟练地掌握一门外国语，具有一定的学术写作能力和进行学术交流的能力。

## **5.其他能力**

具备良好的团队合作以及与他人沟通交流、协调的能力；身心健康，能够正确面对学术研究中挫折和困难。

# **（四）学位论文基本要求**

## **1.规范性要求**

硕士学位论文须是硕士生导师指导下独立或者合作完成的、较为完整的学术工作的总结，论文应体现出硕士生所在学科领域做出的学术成果，应能反映出硕士生已经掌握了较为坚实宽广的基础理论和较为系统的专门知识，具备了较为独立从事科学研究的能力。学位论文一般用中文撰写，论文需表达准确、条理清楚、文字通顺、格

式规范、数据可靠、图标规范、结论可信。

硕士学位论文应包括文献综述、选题意义、研究内容、研究方法、研究结果、讨论与结论等内容。

## **2.质量要求**

学位论文应如实反映硕士生导师指导下独立或合作完成的研究工作；论文应阐明选题的目的和学术意义，或对社会发展、文化进步及国民经济建设的价值；论文作者应在了解本研究方向国内外发展动向的基础上突出自己的工作特点，对所研究的课题应有新的见解。

## **博士学位基本要求**

### **（一）获本学科博士学位应掌握的基本知识及结构**

博士生应通过本学科相关领域的课程学习和科学研究，掌握物理学及相关领域坚实的基础理论、具备宽广的相关知识背景、系统深入的专业知识以及相应的实验技能和方法。至少掌握一门外国语，能够熟练阅读本学科相关领域的外文资料，并具有较强的科研论文写作能力和开展国际学术交流的能力，能够在物理学及相关领域的基础性、应用基础性科学研究或专门技术的研发上取得创新性成果。具有独立从事本学科相关领域的科学研究、开展高等学校教学的工作能力，以及具备本学科相关领域工程、技术及管理等方面的工作能力。

### **（二）获本学科博士学位应具备的基本素质**

#### **1.学术素养**

具有热爱祖国、执着敬业、勇于创新、敢攀高峰的开拓进取精神；崇尚科学，对学术研究，特别是对物理学的基础与应用基础研究有浓厚的兴趣；具有献身科学、服务社会和人民的使命感、社会责任感与事业心；保持独立的学术人格，坚持实事求是的科学精神和严谨的治学态度；具有相应研究领域学术专长，具有强烈的创新意识和创新能力，具备较好的学术研究潜力；掌握本学科相关的知识产权、研究伦理等方面的知识；在科研选题、研究方法和创新能力等方面受到系统训练，具有独立从事物理学及相关领域或跨学科创造性科学研究工作和解决相关领域实际问题的能力。

## 2.学术道德

严格遵守国家法律、法规及规章制度，维护科学诚信；恪守学术道德、学术伦理和学术规范；自觉维护知识产权，充分尊重他人的学术贡献，严禁以任何方式漠视、淡化、曲解乃至剽窃他人成果；在科学研究过程中具备严谨的科学作风，不弄虚作假，抵制学术腐败；遵守国家有关保密的法律和法规。

### （三）获本学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识的能力

能够准确把握本学科相关领域的学术研究前沿动态，能够有效地获取专业知识和掌握先进研究方法，并对获取的知识和研究方法能够透彻理解和灵活使用。

必须熟悉本领域的重要科研期刊，并能够跟踪最新进展；对材料科学、生命科学、信息科学、天文学等学科有较好的了解；能充分利用网络信息和重要的科技文献数据库，熟练掌握文献检索技能，能够高效高质量地对科技文献进行分析和综述；至少掌握一门外语，能熟练阅读本专业的文献资料，运用外语撰写学术论文，具有良好的国际学术交流能力。

#### 2.学术鉴别能力

具有良好的学术鉴别能力，能够对“研究问题、研究过程、已有结果”等进行准确的价值判断。能够对文献或已有实验过程的先进性、创新性、系统性和局限性具有较强的分析鉴别能力。

需要具有批判性思考问题的能力，能从特定学科领域的文献中或在已有的实验过程中发现有意义的科学问题，提出可验证的科学假说，并通过自行设计的方案，使问题得以验证和解决。

#### 3.科学研究能力

具有良好的科学素质、严谨的治学态度、较强的开拓精神，善于交流沟通，能够发现并提出有价值的科学问题，勇于提出新思路和探索新课题；针对问题独立设计合理的研究方案；熟练掌握实验技术、理论工具和方法；对研究所取得的数据进行恰当的处理和分析并形成结论；能将研究成果整理成学术论文、报告等。

#### 4.学术创新能力

具备在所从事的研究领域内开展创新性思考、创新性研究和取得创新性学术成果的能力。学术创新可以出现在提出问题、研究过程和最终研究成果的任何环节。

## 5.学术交流能力

学术交流是发现问题、开阔视野、获取知识、掌握学术前沿动态的重要途径之一。需要至少掌握一门外国语，能够熟练阅读本学科相关领域的外文资料，并具有独立撰写科研论文的能力；具有利用各种学术平台开展国际学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力。

## 6.其他能力

具有良好的团队精神和研究合作能力，具有一定的教学能力，具有一定的科研组织管理能力；具有自我调整能力和与他人沟通交流的能力；身心健康，能够正确面对学术研究中挫折和困难。

### （四）学位论文基本要求

学位论文是博士生在导师或导师组集体指导下，独立完成的、系统完整的学术研究工作总结，是博士生在科学上或专门技术上做出创造性学术成果的主要体现，能反映出博士生已经掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，具备了独立从事科学研究工作的能力。

#### 1.选题与综述的要求

本学科博士论文要求围绕物理学及其交叉领域的具有重大(要)科学意义或者应用价值且尚未解决的科学问题开展研究，选题必须具有前沿性和重要学术意义或者应用前景。博士生入学后应在导师指导下，查阅文献资料，了解学科现状和动向，及早确定课题方向，制定论文工作计划，完成论文选题报告。选题报告包含文献综述、选题背景及其意义、研究内容、工作特色及难点、预期成果及创新点等。选题报告应以学术活动方式在研究方向相关范围内公开进行，并由博士生导师及指导小组成员为主体组成的考核小组评审。在论文研究工作中，如果论文课题有重大变动，应对选题报告进行相应的调整。

文献综述是对本研究领域已有学术成果的总结、分析和提炼，从而确定科学问题的重要环节，体现博士生在本领域的基本素养与能

力，是考查论文前沿性和原创性的基础。。文献综述应当做到客观严谨，全面综合和高度概括，能够对研究领域的不足和发展趋势提出自己的观点和见解，找到已有成果的局限和新的研究热点，并合理导入自己的研究选题。

## **2.规范性要求**

博士学位论文须是博士生在导师指导下独立完成的、系统完整的学术研究工作的总结，论文应体现出博士生做出的创新性学术成果，应能反映出博士生掌握了本学科领域坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，并具有独立从事科学研究的能力。学位论文一般用中文撰写，论文需表达准确、条理清楚、文字通顺、格式规范、数据可靠、图标规范、结论可信。博士学位论文应包括文献综述、选题意义、研究内容、研究方法、研究结果、讨论与结论等内容。对于涉及作者创新性工作和研究特点的内容应重点论述，做到数据或者论据充分，分析系统深入和结论切实可靠。

## **3.成果创新性要求**

博士生应在本学科领域做出创新性的研究成果，并发表与学位论文相关的学术论文和报告。博士学位论文应当针对物理学科及其交叉学科研究领域尚未研究或者未解决的科学问题展开研究，在观点、理论、研究方法和专门技术方面提出新见解、取得新发现、实现新创造或产生新发明，形成具有创新性的成果，对本学科领域发展或解决领域关键问题具有重要学术价值或应用前景。学术创新可以体现在提出问题、研究过程和最终研究成果的任何环节。

## 0703 化学

中文名称：化学

英文名称：Chemistry

编写成员：化学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

化学是最古老的自然科学学科之一。它在长期的实践中开阔了人类对物质世界的认识，提供了资源开发的依据，赋予人类以非凡的创造和合成新物质的能力。

化学是在原子、分子及分子以上层次水平上研究物质的组成、结构、性能以及相互转化的科学。化学是一门中心的、实用的和创造性的科学，它在自然科学中位居基础核心地位，是包括生命、材料、能源、环境等在内的其他科学分支的重要科学基础和生长点。

化学作为一门研究物质转化和相互作用的科学，其目标包括理解物质的结构—性能关系，研究新反应和合成技术，创制各类功能材料等。化学科学创造和构建了一个全新的物质世界，为材料、生物、医学、能源、环境、信息等学科的创新和快速发展持续提供核心知识基础和物质保障，支撑医药、材料、能源等产业的发展。

当今化学学科发展可归纳为几个方面：

(1) 深化对结构（包括分子结构和分子聚集体等）与性能关系的认识，以所需性能为导向，设计、合成与组装目标化合物体系；

(2) 深入研究化学反应机理，特别是化学反应的微观过程，实现对化学微观过程的人工控制，发展新型催化剂调控反应，进而设计绿色的化学过程；

(3) 研究更加精准化，包括结构的精准构筑与调控、精准合成、精准检测、精准预测等；

(4) 创新合成、分析、表征、测试的实验和理论方法，并依靠计算机技术使各种信息更加灵敏可靠；

(5) 加强化学与物理、材料、生命、能源、环境、信息等学科

的交叉与合作，促进互相渗透，共同发展。

随着人类文明的进步，现代科学研究范式、内容和社会作用不断变革，化学学科的内涵也发生着广泛而深刻的变化。化学领域的核心基础科学问题仍有待取得更重大的原始创新和突破。同时，随着交叉学科、新兴学科快速发展，国家战略和经济社会可持续发展对化学学科的发展提出了更高的要求，化学将在材料科学、能源环境、绿色化工、生命科学、信息科学等领域发挥更大作用，推动相关成果的转移转化，为国家安全、生命健康、国民经济和社会可持续发展做出更大贡献。

## （二）学科内涵

近代化学是以原子论和化学键理论为基础和主线发展的。原子结构的发现和量子理论的建立，为化学提供了坚实的科学基础。化学在近两个世纪的发展中逐渐形成了自身的学科分工。根据研究对象和任务，化学通常包括无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理、化学生物学、理论与计算化学、能源化学等学科和研究方向。随着化学学科不断发展，近年来众多研究领域和方向逐渐淡化了学科界限，走向交叉融合。同时随着化学与物理学、生命科学、化学工程、材料科学、医学、能源科学、信息科学、纳米科学以及环境与生态学等相关学科分支的进一步交叉融合，也形成了众多新兴交叉研究方向和新的学科增长点。

化学学科发展处于从定性到定量、从宏观到微观、从静态到动态、从现象到机制、从分化到综合的阶段。当前，化学学科已成为实验和理论并重的科学系统，不仅拥有日益完备的实验技术与手段，理论体系也日趋丰富和完善。同时，化学不仅为化学工程提供了理论基础，而且在化工的可持续发展与创新中也发挥着日益重要的作用。随着化学理论的不完善和信息科学技术的快速发展，机器学习、数据科学和人工智能等多学科技术手段的支撑将极大地推动化学研究范式的变革。

## （三）学科范围

根据研究对象和内容，化学可分为无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理、化学生物学、理论与计算化学、

能源化学等二级学科。

**1.无机化学：**无机化学是研究各种无机物质的组成、结构、性质、制备、反应和应用的科学，是历史最悠久的化学分支学科。主要通过化学键理论和现代物理实验方法，包括量子力学、谱学技术和新的合成方法等在无机化学研究中的应用，使宏观性质和反应与微观结构相联系，形成从原子、分子、团簇、纳米、介观、体相等多层次、多尺度上研究物质的组成、结构、反应和组装，探索物质的性质和功能，涉及物质存在的气、液、固、等离子体等各种相态，具有研究对象和反应复杂、涉及结构和相态多样以及构效关系敏感等特点。

无机化学的研究对象繁多，涉及除碳氢化合物等有机物外元素周期表中所有元素及其化合物的组成、结构、性能和反应规律。现代无机化学学科在自身发展中不断与其他学科交叉与融合，在研究的深度和广度上都发生了根本变化。研究方向包括元素无机化学、无机合成化学、固体无机化学、配位化学、金属有机化学、团簇化学、生物无机化学、物理与理论无机化学、无机材料化学、纳米材料化学、稀土元素化学以及无机-有机杂化材料等。

**2.分析化学：**分析化学是研究物质的组成和结构,确定物质在不同状态和演变过程中化学成分、含量、时空分布和相互作用的测量科学。旨在发展化学测量相关的原理、策略、方法与技术，研制各类分析仪器、装置及相关软件，以获取物质组成、分布、结构与性质的信息与时空变化规律。它涉及色谱学、电分析化学、光谱分析、波谱分析、化学分析、热分析、放射分析、生化分析及传感器、联用技术、样品分离富集方法、化学计量学和表面、微区、形态分析等分支学科。

分析化学研究主要涵盖从宏观到微观复杂体系的检测与分析，旨在建立新策略、新原理、新方法和新技术，或致力于拓宽现有技术在重要科学领域的应用。研究方向主要包括样品处理和分离、谱学方法理论及应用、化学与生物传感、化学成像及仪器研发创制等。研究范围涵盖色谱、光谱、电化学分析、质谱、核磁、顺磁、量热分析、能谱分析，以及新兴领域如组学分析、单原子单分子单细胞分析、活体分析、微纳分析等领域。

**3.有机化学：**有机化学是研究含碳化合物的来源、制备、结构、

性质、组成、相互作用、应用以及有关理论的科学。有机化学揭示构成物质世界的各类有机化合物的结构、有机分子中各原子间键合的本质以及它们之间相互作用、相互转化的规律，并设计合成具有特定性质的有机分子。有机化学的发展趋势和特点是：分子识别和分子设计渗透到有机化学的各领域；新催化体系与选择性反应，尤其是不对称催化合成，已成为有机化学的热点和前沿领域，继续在新药研制和光电材料等新型材料的开发中起主导作用；与人工智能相结合促进有机分子的精准合成和功能有机化合物的高效筛选；与生物、医学、材料及环境等学科密切结合。

有机化学的学科研究范围包括物理有机化学、有机合成化学、有机立体化学、天然有机化学、元素有机和金属有机化学、有机超分子化学、有机分析、生命有机化学、功能有机化学、有机材料化学、人工智能合成化学等。

**4.物理化学（含化学物理）：**物理化学（含化学物理）是利用数学、物理学等基础科学的理论和实验手段，从研究化学现象的物理本质入手，揭示化学反应与物质结构变化的基本规律的科学。它研究化学科学中的原理和方法，研究支配化学体系性质行为的基本物理原理，研究最一般的宏观、微观规律和理论；它是化学的理论基础，是近代化学以原子论和化学键理论为基础和主线发展的标志。现代物理化学呈现如下特点：从宏观到微观，从平衡到非平衡，从体相到表面，从非生命到生命，从单一到交叉，从现象描述到理性设计。

物理化学的学科研究范围主要包括化学反应能否进行和进行的程度；化学反应的速率和机理；分子及其聚集态的结构和性能间关系；化学反应过程的能量变化与利用；化学反应与物质结构的原位/动态表征等等。这些规律在不同领域的应用中形成了众多的分支学科，如化学热力学、化学动力学、溶液化学、电化学、光化学、胶体化学、表界面化学、催化化学等；在深入到分子水平研究化学问题时，形成了结构化学、量子化学和计算化学等分支学科。

**5.高分子化学与物理：**高分子化学与物理是高分子科学的基础，是以高分子为主要研究对象的交叉学科。该学科与人类文明发展和工业生产水平密切相关，并为人类美好生活提供重要物质基础。

高分子化学与物理包括高分子化学、高分子物理两个方面。高分子化学主要研究高分子的合成、聚合反应与聚合方法，包括可控/“活性”自由基聚合、活性配位聚合、茂金属/后过渡金属催化聚合、易位聚合、过渡金属催化偶联聚合、迭代聚合、超支化聚合、酶催化聚合、高分子改性或功能化、高分子反应性加工、超分子聚合物、精准链长/序列高分子、手性高分子、液晶高分子、极端条件下服役高分子、生物或仿生高分子、功能高分子等内容。高分子物理主要研究高分子链结构与凝聚态结构、结构与性能/功能之间的关系，包括链运动及其动力学、亚稳态与相变、非线性粘弹性、高分子溶液、高分子流体动力学、高分子共混与杂化、高分子材料力学与物理性能、功能高分子的分子原理、合成生物高分子的生命现象、高分子设计与模拟等内容。

**6.化学生物学：**化学生物学是化学与生物、医学交叉融合的新兴学科，是研究生命过程的分子科学。运用化学的原理、方法和手段探索生物体内的分子事件及其相互作用，在分子水平研究复杂生命现象，揭示生命起源及运动的化学本质，发展生命调控的化学方法，提供生命研究的化学技术。化学生物学注重认识生命的动态化学性质和运动规律，注重研究内源（如代谢物）和外源（如药物）化学物质对生命运动的影响和调控，注重探究生命过程的分子机制，注重发现和创造影响生命运动及信息传递的化学分子。

化学生物学的学科研究范围主要包括化学探针、生物正交反应、天然产物化学生物学、药物化学生物学、生物合成化学、核酸化学生物学、蛋白质化学生物学、糖化学生物学、脂化学生物学、金属化学生物学、生命影像化学、生物物理化学、化学表观遗传学、纳米化学生物学、化学驱动的生物组学等。

**7.理论与计算化学：**理论与计算化学是基于量子力学和统计力学等自然科学的基本原理，利用数学方法和计算机技术为化学建立概念和知识体系，并阐释原子、分子和聚集体系的结构性质及其变化规律的学科。随着计算机技术的快速发展和理论及计算方法的不断提升，理论与计算化学已经成为化学的重要组成部分，从而使现代化学变成了实验和理论计算并重的科学。

理论与计算化学的研究范围主要包括量子化学、化学动力学、统计力学和化学信息学四个方面，主要在微观水平上研究原子、分子和聚集体的电子结构和性质、化学变化的动态特征、化学体系的宏观性质以及从实验或计算数据中提炼体系的规律性认识。内容包括：发展化学理论和计算方法，开发计算软件，并利用理论方法研究化学、材料和生物等体系的结构、性质和动力学过程，揭示其微观本质以及结构和性能的关系，并开展化学反应、催化剂和功能材料等的理论设计等。

**8.能源化学：**能源化学是在世界能源需求日益突出和我国“碳达峰、碳中和”两步走战略目标的背景下，化学科学与能源科学和材料学、工程学、物理学、生物学、环境学、经济学、管理学等多个学科交叉集成提升而形成的二级学科，是通过化学途径指导能源高效利用和新能源开发与转化的关键学科之一。能源化学主要利用化学的理论和方法研究能量获取、储存、转换及传输过程的规律，探索多元化能源新技术的实现途径。

能源化学可以划分为碳基能源化学、氢能化学、能源电化学、太阳能化学、热能化学及能源物理化学、能源材料化学和能源化学工程等多个分支和研究方向。

#### （四）培养目标

**1.硕士学位：**具备爱国主义精神，坚持爱党、爱国、爱社会主义相统一，树立正确的历史观、民族观、国家观，坚定理想信念，勇担时代使命。具有坚实的化学基础理论知识和技能，系统掌握某特定化学学科方向的专门知识、理论和研究方法，了解其现状和发展趋势。具有良好的科学素养和从事科学研究的能力，具备较强的创新精神和应用意识。较好地掌握英语，并能熟练运用计算机等现代信息工具。

**2.博士学位：**具备爱国主义精神，坚持爱党、爱国、爱社会主义相统一，树立正确的历史观、民族观、国家观，坚定理想信念，勇担时代使命。掌握坚实、宽广的化学基础理论知识和技能，系统深入掌握某特定化学学科方向的专门知识、理论和研究方法，了解其现状和发展趋势。具有良好的科学素养和独立开展科学研究的能力，并在所从事的研究领域内取得创新性成果。具备适应交叉学科领域研究的

能力和强烈的创新精神。掌握英语，能用英语熟练阅读本专业的文献资料，具有良好的写作能力和国际学术交流能力。熟练运用计算机等现代信息工具。

### **（五）相关学科**

化学工程与技术、数学、物理学、材料科学与工程、环境科学与工程、生物医学工程、纺织科学与工程、核科学与技术、食品科学与工程、基础医学、临床医学、口腔医学、公共卫生与预防医学、中医学、中西医结合、药学、中药学、特种医学、护理学、法医学、公共卫生、地质学、考古学、作物学、园艺学、农业资源与环境、植物保护、畜牧学、兽医学、林学、水产、草学、水土保持与荒漠化防治学等。

## **学位基本要求**

### **硕士学位基本要求**

#### **（一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识**

化学是一门实验和理论并重的学科，除掌握坚实宽广的化学基础理论知识外，还要注重合成、制备技能的培养和表征、研究方法的学习和创新。因此需要在掌握化学核心课程的基础上，系统地掌握某特定化学学科方向的专门知识和实验技能，包括理论体系、合成技术、性能表征和专门研究方法，了解其现状和发展趋势。具体学科方向的基本知识参见一级学科简介。

#### **（二）获本一级学科硕士学位应具备的基本素质**

##### **1.学术素养**

（1）具有良好的科学精神和严谨的科学态度，对化学研究怀有浓厚的兴趣，具有投身化学科学事业的精神。

（2）具备本学科坚实的基础理论和系统的专业知识，了解本学科及相关学科的发展历史、现状和动态，具有广阔的学科视野和丰富的想象力。

（3）掌握本学科方向的基本实验操作技能，具有一定的分析问题、解决问题能力和多角度、批判性思维能力。

(4) 具有能够使用计算机等现代科技手段快速获取科研信息的能力和使用英语进行学术交流的能力。

## **2. 学术道德**

学术道德就是学术共同体从事学术研究时遵循的道德。本学科的硕士生在科学研究和学术活动中应当遵守以下学术道德规范：

(1) 严格遵守国家的法律法规及相关规章制度，以坚守学术道德为己任。

(2) 坚持实事求是、严谨治学的学风，自觉维护学术事业的神圣性、纯洁性与严肃性。

(3) 自觉维护知识产权，充分尊重他人的辛勤劳动、研究成果和学术贡献。

(4) 对学位论文和其他自主发表的科研成果独立承担法律责任。

## **(三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

### **1. 获取知识的能力**

获取知识的能力是指硕士生能从不同渠道、以不同方式获得新知识和满足自己学习和科研需求，促进自我发展和完善的能力。这是硕士生必须具有的一种基本能力。在信息化社会中，获取知识的能力还应包括一定的鉴别能力。

硕士生获取知识的能力是以较好的理解和接受能力为前提的，还与硕士生的表达能力、实践能力与英语水平密切相关。硕士生不应是被动地接受知识，而应主动地学会如何在导师指导下进行研究性学习，掌握自主获取知识的方法，培养自主更新知识的能力。

获取知识能力是硕士生向更高层次能力发展的基本条件和基础。硕士生应充分利用本研究领域开设的专业课程，制定个人学习和研究计划，通过撰写经典文献阅读报告等培养环节强化获取新知识的能力。

### **2. 科学研究能力**

本学科硕士生应具有较为独立的科学研究能力。这些能力包括：发现问题的能力；基本的实验动手能力；设计并开展重复对照实验能力；实验数据处理及结果分析能力等。

科学研究能力是硕士生最终学术培养目标之一。硕士生教育就是以培养研究生的研究能力为主要目标的教育。研究能力的本质实际

是发现和提出问题、分析和解决问题的能力，是一种可迁移的、更高层次的自我提高和发展的能力。

硕士生的研究能力必须通过系统、全面的研究训练才能得到培养。包括如何发现和提出问题、如何收集和分析资料、如何进行文献综述、如何撰写学术和学位论文等。通过专业课和研讨班等课程学习在一定程度上也是培养硕士生科研能力不可或缺的手段。

### **3.实践能力**

实验动手能力是本学科硕士生实践能力的具体体现。硕士生必须具备在实验室工作的技术能力。硕士生应该掌握与研究课题相关的实验技术，包括对这些技术的原理、实验中使用的必要仪器设备的构造原理和对实验中的质量控制的良好理解，使其对实验室的技术有足够的自信并拥有一定的技术竞争力，从而在将来的研究工作中不会在利用新技术方面受到限制。技术竞争力和应变能力是开展独立研究所必备的素质。

本学科硕士生实践能力培养一方面可以通过加强课程学习的实践功能来实现。课程内容做到理论与实践相结合，要求硕士生以撰写实验报告、文献综述报告等形式加强过程考核等。另一方面也可以通过实验室轮训等特色培养环节来实现。

### **4.学术交流能力**

熟练地进行学术交流是本学科硕士生的基本能力之一。学术交流能力一般包括书面交流（条理清楚的写作）和口头交流（逻辑性强的报告等）两种。

本学科硕士生不仅需要具备一定的研究能力，而且还需具备将自己的研究成果顺利表达的能力，即能以口头或书面的形式展示其学术专长的学术交流能力。因此，在学期间，要求硕士生必须参加一定次数的学术报告，并要在学校、学院或实验室范围内公开做一次以上的学术报告，鼓励导师支持研究生参加国内外学术会议。另外，通过定期的组会和研讨会，要求研究生定期做学位论文进展报告，对硕士生学术交流能力提高也大有裨益。

### **5.其他能力**

除了上述四个方面外，本学科硕士生还应当德智体美劳全面发

展,具备良好的团队合作能力和一定的教学或科研管理方面的职业发展能力。

#### **(四) 学位论文基本要求**

##### **1.规范性要求**

本学科硕士学位论文形式应以研究论文为主,论文一般包括以下部分:

(1)论文题目:应当简明扼要地概括和反映出论文的核心内容,如题名语意未尽,可加副标题。

(2)中英文摘要与关键词:论文摘要重点概述论文研究的目的、方法、成果和结论,语言力求精练、准确,要突出本论文的创造性成果或新见解。

(3)前言或绪论:前言应对论文的背景及工作内容作简要的说明,要求言简意赅。

(4)文献综述:是对本研究领域国内外研究现状的评述和相关领域中已有研究成果的介绍。

(5)正文部分:是学位论文的主体和核心部分,不同学科专业和不同的选题可有不同的写作方式;可以是对一个研究问题的实验方法的详细描述、实验结果的说明与讨论等;也可以由基于同一研究目的、多篇已发表系列论文组成。

(6)结论:是学位论文最终和总体的结论,是整篇论文的归宿。应精炼、准确、完整。着重阐述作者研究的创造性成果及其在本研究领域中的意义,还可进一步提出需要讨论的问题和建议。

(7)参考文献:是作者撰写论文或论著而引用的有关期刊论文和图书资料等。凡有引用他人成果之处,均应按论文中所引用的顺序列于文末。

本学科硕士论文一般用中文撰写,论文写作表达准确、条理清楚、层次分明、文字通顺、格式规范、数据准确、图表规范、结论可信。如特需用英文或其他文字撰写,则论文题目、摘要等必须有中文译注。学位论文工作时间一般应不少于一年。

##### **2.质量要求**

学位论文是研究生培养质量的重要标志。取得创新成果和具备

研究能力通常是衡量学位论文质量的两个重要指标。对于本学科硕士生学位论文，不强制要求硕士生在学习期间取得量化的创新成果，但要求通过考察学位论文是否让研究生受到全面系统的研究训练，是否具备研究能力和实践能力来考察论文质量。可以从以下几方面要求：对硕士生学习与研究计划的审查要重点考查硕士生是否尽早确定研究领域、进入研究状态；对硕士生开题报告的审查要重点考查硕士生的文献收集、整理、综述能力和研究设计能力；论文答辩要从论文选题与综述、研究设计、论文的逻辑性和规范性、工作量等方面考查。鼓励本学科硕士生在学习期间将论文工作中取得的研究发现，以学术论文、专利、软件著作权、著作等多种形式呈现学术创新成果。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

化学是一门实验和理论并重的学科，除掌握坚实宽广的化学基础理论知识外，还要注重合成、制备技能的培养和表征、研究方法的学习与创新。因此需要在掌握化学核心课程的基础上，系统深入地掌握某特定化学二级学科的专门知识和研究技能，包括理论体系、合成技术、性质（性能）表征和专门研究方法，了解其现状和发展趋势。

根据化学各二级学科的研究范围，建议各二级学科的博士生掌握如下专业知识或实验知识：

1.无机化学：无机化学、高等无机化学、无机合成化学、结构（无机）化学、无机化学实验、高等无机化学实验、量子化学、纳米化学、晶体学、分子光谱、固体化学、群论在化学中的应用、配位化学、分离与萃取、生物无机化学、元素无机化学、超分子化学、无机材料化学、X-射线晶体学、电子显微学、同步辐射、放射化学等。

2.分析化学：分析化学、高等分析化学及实验、生物化学、波谱分析、原子与分子光谱分析、电分析化学、色谱分析、化学与生物传感器、分离与富集、化学计量学、计算机在分析化学中的应用、生物化学分析、环境分析化学、材料化学分析、药物与临床分析等。

3.有机化学：有机化学、高等有机化学、有机合成化学、物理

有机化学、谱学分析及实验、立体化学、金属有机化学、天然有机化学、核酸化学、肽化学、元素有机化学、生物有机化学、化学动力学、计算有机化学、药物化学、生物化学、分子生物学、量子化学、配位化学、超分子化学、有机材料化学、有机化学实验、有机分离技术等。

4.物理化学(含:化学物理):物理化学、化学热力学、统计热力学、量子化学、群论和对称性原理、谱学、晶体学、结构化学(包括表面结构化学)、电化学、化学动力学和分子动态学、表面化学、胶体与界面化学、吸附理论、激光光谱学、表面热力学、催化原理、光化学、凝聚态物理化学等。

5.高分子化学与物理:高分子合成化学、高分子物理、高分子结构研究方法、高分子结构与性能、聚合反应、高等有机化学、有机结构与反应历程、统计(热)力学、聚合反应动力学及其统计理论、高分子力学性能、高分子光化学、高分子表面与界面化学、功能高分子、天然高分子、液晶高分子、超分子聚合物、聚合物光子学、高分子流变学、高分子材料与加工成型、高分子相变和形态学、高分子溶液及凝聚态物理、生物(有机)化学、量子化学等。

6.化学生物学:化学生物学导论、分子生物学、细胞生物学、分子免疫学、生物化学、生物信息学、生物无机化学、生物有机化学、生物物理化学、生物分析化学、化学遗传学、表观遗传学、高等有机化学、药物化学等。

7.理论与计算化学:化学热力学、化学动力学、结构化学、光化学与光谱学、化学反应机制、高分子物理与高分子物理化学、量子化学、固体理论、计算化学、化学信息学、机器学习及应用、多尺度建模与计算等。

8.能源化学:物理化学、化学热力学、分离科学、化学动力学、化工原理与基础、储能原理与技术、能源材料化学、催化化学、能源电化学、太阳能转化、氢能科技、二氧化碳处理等。

## (二) 获本一级学科博士学位应具备的基本素质

### 1.学术素养

(1) 热爱科学、崇尚科学。对化学研究怀有浓厚的兴趣,并具有投身化学科学事业的职业理想。

(2) 深刻理解与掌握本学科知识结构与实验方法, 具备独立从事化学科学研究的能力。

(3) 在学术研究或专门技术研究上取得创新性成果。

(4) 具有物理学、材料科学、生命科学、医药学、能源科学、环境科学、化学工程等多学科视野和广泛的知识面以及多角度分析、解决化学问题的能力。

(5) 具有能够使用计算机等现代科研手段快速获取科研信息的能力和使用英语进行学术交流的能力。

(6) 具有科研团队合作精神以及能够胜任今后教学、科研和技术开发等工作的其他能力。

## 2. 学术道德

科学研究是一项非常严肃、严谨的事业。本学科的博士生在科学研究和学术活动中应当遵守以下学术道德规范:

(1) 严格遵守国家的法律法规及相关规章制度, 以坚守学术道德为己任。

(2) 自觉维护知识产权, 充分尊重他人的辛勤劳动、研究成果和学术贡献。

(3) 坚持以“严肃、认真、诚实、守信”的精神进行科研活动, 自觉维护学术事业的神圣性、纯洁性与严肃性, 主动维护科研集体的荣誉感。

(4) 恪守科学诚信, 以负责任的态度对待自己的科研成果, 对学位论文和其他自主发表的科研成果独立承担法律责任。

### (三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1. 获取知识能力

本学科的博士生应掌握学科学术研究前沿动态, 获得的学科知识必须达到专业化水平。要求博士生能够通过课程学习、自学、学术交流活动和查阅文献等方式, 收集掌握信息, 处理分辨信息, 并不断从中获取最新知识。

获取知识的能力是博士生完成学业的基础和保证。为养成获取知识的能力, 要求博士生必须熟悉本学科的重要科研文献, 并能够随时跟踪前沿研究进展; 对物理学、材料科学、生命科学、医药学、环

境科学、化学工程等与化学相关的学科有广泛的了解；必须掌握数据库检索、数据处理等现代信息处理技能；了解并应用新化学测量学方法等手段开展研究；掌握英语，能用英语熟练阅读本专业的文献资料，具有较好的写作能力和进行国际学术交流的能力。

博士生要充分利用培养单位提供的有关文献检索、科技论文写作、专业英语等相关课程获取知识，为保证博士生科研实验的连续性，培养单位可将这些课程安排在第一学年，开课形式可以灵活多样。

## 2.学术鉴别能力

本学科的博士生应具有较强的学术鉴别能力。学术鉴别能力主要体现在对研究问题、研究过程和已发表研究成果的甄别能力上。它要求博士生具有较宽的学术视野和深厚的专业知识，具有批判性思考问题的能力和一定的想象力。

本学科博士生应该能从特定学科领域的文献中或在已有的实验过程中发现问题、提出问题，并通过自行设计严格的实验方案，使问题得以验证和解决，从而使自己在研究过程中获得新的实验技能，不断积累实验经验并得到较为系统的科研训练。

鉴别有意义的科学问题，提出可验证的科学假说是博士生进入科研角色的标志。可以通过对文献中、工作交流时出现的学术问题进行分析，起草研究计划、撰写课题申请报告，定期对博士学位论文研究工作总结，并利用参加学术会议等各种交流机会与同行进行讨论等方式提高博士生的学术鉴别能力。

## 3.科学研究能力

研究能力是一种可迁移的、更高层次的自我提高和发展的能力，必须通过系统、全面的研究训练才能得到培养。博士生完成博士学位论文的过程就是其研究能力的训练过程。博士培养单位可以采取开设特定课程、实验室短期培训、定期参加实验室组会，让博士生积极参与导师科研课题并允许其独立设计实验，撰写研究计划，进行论文开题报告、进展报告，举行论文预答辩、答辩会等形式对博士生进行系统的科研训练。博士生的研究能力训练应当贯穿博士生的整个培养过程。

本学科博士生应具有独立的科学研究能力。这些能力包括：发

现问题的能力、设计合理实验方案的能力、高水平的实验操作能力、实验数据处理及结果分析能力、发表学术成果的能力等。

应该能够在导师的指导下积极参与研究问题的选择；至少掌握化学学科某一领域的基础实验操作技能；能够为解决某一问题设计实验方案，并克服困难完成实验；不断从失败中学习、积累实践经验，积极、正确面对同行的质疑，最终获得独立的科学研究能力。

#### **4.学术创新能力**

本学科博士生应具备在自己所从事的研究领域内开展创新性思考、创新性研究和取得创新性学术成果的能力。创新是本学科博士生的基本素质，也是学术追求的最终目标。

化学学科的学术创新可以是新的化学定律、新的化学理论、新的化学反应的发现；新的化合物、新物质的发现、合成与制造；可以是新的实验条件、实验路线、实验方案的验证与探索；可以是新的实验设备的研制或技术的实施等。呈现形式可以是学术论文、专利、软件著作权、著作等。学术创新可以体现在问题设计、研究过程和最终研究成果的任何一个环节。学术创新能力是博士生获取知识、学术鉴别、学术交流以及科学研究等多种能力的综合体现，其能力的培养需要博士生、导师、培养单位、学校等众多内在、外在机制的联合作用。

#### **5.学术交流能力**

学术交流是本学科博士生发现问题、开阔视野、获取知识、掌握学术前沿动态的重要途径之一。学术交流能力一般包括书面交流（条理清楚的写作）和口头交流（逻辑性强的报告等）两种。

本学科博士生应能够在国内外学术会议上给同行作口头报告或提交论文展示自己的研究成果；能够在实验室组会或进行研究进展汇报时，进行口头发言；能够申请基金资助，撰写课题申请报告；能够在论文开题报告、论文答辩过程中回答专家的提问。

熟练地进行学术交流是本学科博士生的基本能力之一。本学科博士生应当利用各种学术交流平台表达学术思想、展示学术成果。博士培养单位可以通过以下各种形式对博士生的学术交流能力进行培养和训练：要求博士生在读期间必须参加本学科国内外的学术会议，并在会议上作口头或书面报告；要求博士生定期参加实验室组会、定

期向导师作学位论文进展汇报；鼓励博士生在读期间在本学科高水平的杂志上发表学术论文等。

## 6.其他能力

除了上述五个方面外，本学科博士生还应当德智体美劳全面发展，具备一定的抗压能力，积极乐观地面对挫折、克服困难，勇于挑战自我。具备良好的团队合作能力和一定的教学或科研管理方面的职业发展能力。

### （四）学位论文基本要求

博士生在授予学位之前都需要提交一篇学位论文。学位论文是博士生在导师或导师组指导下独立完成的、系统完整的、有创造性的学术论文。学位论文应能反映出博士生已经掌握了本学科宽厚的基础理论及系统的专业知识和技能，具有独立从事科学研究工作的能力。

#### 1.选题与综述的要求

本学科博士生应在充分调查研究、查阅文献、了解本研究方向发展动态和前沿研究成果的基础上进行学位论文选题工作，选题时应注意结合本学科研究特色和研究积累，注重前沿性和创新性，关注重大应用需求中的基础科学问题。博士生可以在查阅文献、进行广泛的资料调研基础上，自主选择研究课题，也可以在导师承担的科研项目中选择研究课题。选题时要处理好基础与应用的关系，并结合自身特长，鼓励理论与实验有机结合。提倡博士生选择具有挑战性和一定难度的科学问题，研究内容具有前沿性、创新性和可行性。

文献综述是考查论文前沿性和原创性的基础，是对本研究领域已有学术成果的总结、概括和评价，并从中寻找自己研究问题与思路的重要环节。文献综述体现了一位博士生在本学科的基本素养与能力。优秀的文献综述应当做到客观、准确、思维细密，能够找到已有成果的局限和研究前沿，并合理导入自己的研究选题。文献综述要注意信息的系统性、代表性，文献的缺漏和缺乏代表性都会影响选题的准确性。

#### 2.规范性要求

本学科博士学位论文形式应以研究论文为主，论文一般包括以下部分：

(1) 论文题目：应当简明扼要地概括和反映出论文的核心内容，如题名语意未尽，可加副标题。

(2) 中英文摘要与关键词：论文摘要重点概述论文研究的目的、方法、成果和结论，语言力求精练、准确，要突出本论文的创造性成果或新见解。

(3) 前言或绪论：前言应对论文的背景及工作内容作简要的说明，要求言简意赅。

(4) 文献综述：是对本研究领域国内外研究现状的评述和相关领域中已有研究成果的介绍。

(5) 正文部分：是学位论文的主体和核心部分，不同学科专业和不同的选题可有不同的写作方式；可以是对一个研究问题的实验方法的详细描述、实验结果的说明与讨论等；也可以由基于同一研究目的、多篇已发表系列论文组成。

(6) 结论：是学位论文最终和总体的结论，是整篇论文的归宿。应精炼、准确、完整。着重阐述作者研究的创造性成果及其在本研究领域中的意义，还可进一步提出需要讨论的问题和建议。

(7) 参考文献：是作者撰写论文或论著而引用的有关期刊论文和图书资料等。凡有引用他人成果之处，均应按论文中所引用的顺序列于文末。

本学科博士学位论文一般用中文撰写，论文写作表达准确、条理清楚、层次分明、文字通顺、格式规范、数据准确、图表规范、结论可信。如特需用英文或其他文字撰写，则论文题目、摘要等必须有中文译注。学位论文工作时间一般应不少于两年。博士论文由同行专家按照博士学位论文规范性要求评定是否合格。

### 3. 成果创新性要求

本学科博士生应在毕业前取得一定的创新性成果。本学科成果创新性体现在该博士学位论文探索了有价值的化学现象，提出了新的化学实验或理论方法，创造性地解决了化学研究或应用中的关键问题。本学科博士生在取得博士学位之前，应取得达到博士生毕业要求的创新性研究成果，并通过同行专家评审。同时，鼓励博士生以主要贡献者身份在本研究领域高水平学术刊物上发表学术论文，或以专利、软

件著作权、著作等多种形式呈现本人的学术创新成果。

## 0704 天文学

中文名称：天文学

英文名称：Astronomy

编写成员：物理学、天文学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

天文学有着同人类文明一样悠久的历史，至今已发展为研究宇宙中天体的起源、运动、性质、组成、分布和演化规律的现代科学。天文学和数学、物理学、化学、生物学、地理学等一样，是一门自然科学的基础学科。

从农耕社会开始，人们就关注天象，制定历法，开始了天文学的研究。16世纪哥白尼日心说的提出，动摇了地心说长达上千年的统治地位，引发了自然科学的第一次革命。17世纪伴随着天文望远镜的发明和航海发展的需求，天文观测精度日益提高，导致了开普勒行星运动三定律的发现和牛顿万有引力定律的提出。19世纪物理学的发展以及照相术、分光计和光度计的发明，使得天文学家可以获得天体的物理性质而开始了天体物理学的研究。

20世纪初量子力学和相对论的诞生，一方面获得了天文学的观测支持，另一方面也对现代天文学的各个分支领域产生了革命性的深远影响，特别是促进了天体物理理论的发展，如恒星结构和演化理论等。大型光学望远镜和射电望远镜的使用，空间天文技术的发展，以及计算机技术的应用，使人类对宇宙的认识能力获得了极大的提升，天文学家得以在整个电磁波段越来越精细地研究天体，探索宇宙不同层次天体的起源和演化。

20世纪最重大的发现之一是宇宙并非静态，而是处于膨胀之中，这意味着宇宙存在起源与演化。本世纪以来，暗物质、暗能量、黑洞和引力波等已经不仅是天文学的研究前沿，也成为物理学的研究热点。不仅如此，天文学家还致力于太阳系外文明的搜索，并已发现了一大批系外行星，由此导致了天体生物学的逐渐兴起。

天文学的成就是自然科学、人类文化和文明的重要组成部分。先进的天文探测技术和天文仪器发展带来的技术进步，以及天文学的研究成果，广泛应用于地球科学、导航定位、航空航天、深空探测等领域，因此天文学研究对于国家经济建设和国家安全都有重要的作用。

我国是伟大的文明古国，其丰富的古天象记录迄今仍有助于现代天文学的研究。20世纪初，我国开始了现代天文学的研究。新中国成立后，中国科学院和高等院校陆续规划建设了一批天文台和天文院系，形成了我国天文学研究的整体框架。改革开放以来，随着我国国力的增强，对天文学的投入持续加大，国际学术合作与交流迅速增加，我国天文学进入了快速发展的黄金时代。

## （二）学科内涵

### 1. 研究对象

天文学是研究宇宙中各种天体的起源、运动、性质、组成、分布和演化规律的科学。研究对象包括太阳和太阳系、银河系及河外星系、直至宇宙整体。天文学所面对的基本问题是：宇宙如何诞生，如何演化到目前的状态，宇宙的归宿是什么，星系如何形成和演化，恒星如何形成和演化，行星和行星系统如何形成和演化，宇宙中地球之外还有无生命，哪些物理过程导致天体的剧烈活动等。

围绕天文学的基本问题，当前研究重点是：（1）在星系和宇宙尺度上，研究星系中央大质量黑洞的形成、物质吸积、喷流和外流物理过程，研究各类星系和星系集团的空间分布、形态结构、物理性质、化学组成、活动特征和产能机理，研究宇宙中其他成分（如暗能量、暗物质、微波背景辐射、星系际介质等）的空间分布和物理本质，并进而研究星系以至整个可观测宇宙的起源和演化历史，探索影响宇宙和星系起源和演化的物理规律；（2）在恒星、行星结构层次以及围绕银河系和本星系群研究的近场宇宙学领域，研究银河系的结构、子结构和形成历史，大质量恒星的形成机制，黑洞、中子星、白矮星等致密天体系统的形成、演化及其相关的多信使爆发现象，极端贫金属星的搜寻和性质，系外行星系统的搜寻、性质、形成和演化，系外生命存在的可能性和探测；（3）在太阳物理方面，主要研究日震学和太阳发电机机理，太阳大气的结构形成、动力学及磁活动，太阳耀

斑和日冕物质抛射等爆发活动及其对日地空间环境的影响；（4）在行星科学和深空探测方面，主要研究行星及其卫星系统、矮行星和太阳系小天体的轨道分布、理化特性、地质构造及其起源和演化，探测月球、火星、小行星和彗星等太阳系天体精细特性和物质组成，近地小行星撞击危害的风险评估；（5）在天体测量和天体力学方面，天体测量主要研究微角秒精度多波段时空参考架的建立及其相互连接，以及高精度天体测量在天文学（如银河系结构和动力学）研究中的应用；天体力学主要研究行星系统（太阳系小行星带、柯伊伯带天体、太阳系外行星系统等）以及人造航天器的动力学规律。

## 2.理论和知识基础

具有扎实的数学、物理基础知识以及较高的外语水平和熟练应用计算机的能力，其中数学和物理知识包括高等数学、数理方法、普通物理、理论力学、量子力学、热力学统计物理、电动力学等。

## 3.研究方法

天文学的研究首先要通过观测获得天体(从整个宇宙到小天体)的各种信息及变化规律，然后通过现有的理论给出合理的解释，并根据新的观测特征完善现有的理论或提出新的理论或假说，例如暗能量和暗物质的提出。

### （三）学科范围

天文学包含天体物理学、天体测量学、天体力学和天文技术与方法4个二级学科。

1.天体物理学是目前天文学的主要研究领域，它应用物理学的理论、方法和技术，研究宇宙各层次天体的起源、形态、结构、物理状态、化学组成和演化规律。天体物理学根据所研究的宇宙不同层次，可分为行星物理学、太阳物理学、恒星物理学、星系物理学、宇宙学等分支学科。根据研究手段可分为实测天体物理、理论天体物理和计算天体物理等。根据观测的不同手段，又可分为射电、红外、光学、紫外、高能（X射线、 $\gamma$ 射线）等不同电磁波段，中微子、宇宙线、引力波等多种宇宙信使，地面到空间等多个观测层级的天体物理学分支。此外还有等离子天体物理、核天体物理、相对论天体物理、天体化学、天体生物学等专门的天体物理与其他学科的交叉分支领域。

2.天体测量学通过测量天体的角位置、距离和运动学参数等，在天体的运动学研究基础上构建全局和适用于不同局域的时间系统和天球参考架，通过建立各种天体的星表和历表，为人类活动和科学研究提供可靠的高精度时空基准框架。其主要前沿领域包括研究微角秒精度多波段参考架的建立及其相互连接、精密时间系统的建立及守时与授时技术、天文地球动力学等。天体测量学不仅是天文学其他学科方向研究的基础，在大地测量、地球物理、通讯导航、航空航天、空间探测等国民经济和国防安全等领域有非常广泛的应用。

3.天体力学利用力学规律来研究天体的运动和形状，主要研究太阳系自然天体（大行星、小行星、彗星、柯伊伯带天体等）、太阳系外行星系统的起源和动力学演化、星团和星系的动力学、人造航天器的运动等。除了传统的摄动理论、定性理论、历书天文学等之外，逐渐形成了相对论基本天文学（后牛顿天体力学）、非线性天体力学、航天器轨道力学、天体力学数值方法等研究领域，在授时、航天科学、大地测量学、卫星通讯与导航中有着重要应用。

4.天文技术与方法天文学是观测驱动的科学。随着新的天文技术与方法的应用，天文学不断得到推动和发展。目前天文观测手段已经覆盖整个电磁波段，并发展到对宇宙线、中微子和引力波等多信使的探测。研究新的观测方法、新的探测技术和利用新的科学技术研制先进的地面和空间观测设备，包括高灵敏度信号收集系统、高精度终端接收和记录设备以及先进数据分析处理方法等，是推动天文学不断发展的关键。新的天文技术与方法可广泛应用到国民经济和国家战略需求上。

#### （四）培养目标

总体目标：热爱祖国，拥护中国共产党的领导。遵纪守法、自觉践行社会主义核心价值观。崇尚科学，求真务实；具有社会责任感和良好的职业道德。

##### 1.硕士学位

在具备良好的数学和物理基础、外语和计算机技能的基础上，掌握天文学基本观测方法和理论知识，了解天文学的基本研究过程和方法；通过学习具备一定的数据处理和分析能力及学术论文的写作能

力；能够在导师指导下完成科研课题的研究并形成研究报告；能够胜任天文学相关的工作或具备继续攻读博士学位的科研基础。

## 2.博士学位

针对天文学某一方向的科学问题，能够独立进行科学研究；具备原创性思维能力，能够独立提出科学问题并加以解答；能够独立完成学术论文并在国际天文学刊物上发表，能够独立在国际性天文学会议上阐述研究工作，协助导师指导本科生的科研实习及硕士研究生的研究工作；胜任天文学相关的中高级岗位。

### （五）相关学科

物理学、数学、机械工程、光学工程、电子科学与技术、信息与通信工程、航空宇航科学与技术等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本学科硕士学位应掌握的基本知识

天文学是天文技术发展驱动、观测和理论并重的学科，除掌握坚实宽广的物理天文基础理论知识外，还要在天文观测、天文技术、数据处理和分析等相关方面培养科研能力，学习和了解本学科领域的研究方法。因此需要在掌握天文学核心课程如恒星内部结构和演化、天体物理中的辐射机制、天体物理动力学、物理宇宙学等的基础上，了解和掌握某特定天文学研究方向的专门知识和研究技能，包括理论体系、观测方法、天文技术、数值计算和数值模拟等专门研究方法，了解其现状和发展趋势。此外，还需比较熟练地掌握一门外语，能够进行外文文献阅读和写作。

#### （二）获本学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1.学术素养

本学科硕士生应具备：（1）良好的科学精神和严谨的科学态度，对天文学研究怀有浓厚的兴趣，具有献身天文学科学事业的精神。（2）本学科坚实的基础理论和系统的专业知识，了解本学科及相关学科的发展历史、现状和动态，具有一定的学科视野和丰富的想象力。

(3) 掌握本专业的基本观测、理论研究技能，具有简单分析问题、解决问题的能力 and 多角度、批判性思维能力。(4) 能够使用计算机等现代科技手段快速获取科研信息的能力和使用英语进行学术交流的能力。

## 2. 学术道德

学术道德就是学术共同体从事学术研究时遵循的道德。本学科硕士生在科学研究和学术活动中应当遵守以下学术道德规范：(1) 热爱祖国，拥护中国共产党的领导，严格遵守国家的法律法规及相关规章制度，以坚守学术道德为己任。(2) 坚持实事求是、严谨治学的学风，自觉维护学术事业的神圣性、纯洁性与严肃性，杜绝篡改、伪造、选择性使用实验和观测数据。(3) 自觉维护知识产权，充分尊重他人的研究成果，尊重他人的辛勤劳动和学术贡献，严禁以任何方式漠视、淡化、曲解乃至剽窃他人成果。(4) 树立正确的名利观和廉耻观，自觉抵制研究工作中沽名钓誉、急功近利、粗制滥造、损人利己等不良风气。(5) 能够对学位论文和其他自主发表的科研成果独立承担法律责任。

### (三) 获本学科硕士学位应具备的基本学术能力

#### 1. 获取知识的能力

能够准确把握本学科相关领域的学术研究前沿动态，从不同渠道、以不同方式获得新知识，满足自己学习和科研需求，促进自我发展和完善。在信息化社会中，获取知识的能力还包括一定的学术鉴别能力，能够对文献或已有实验过程的先进性、创新性、系统性和局限性具有较强的分析鉴别能力。通过研究性学习，掌握自主获取知识的方法，培养自主更新知识的能力。至少掌握一门外语，能熟练阅读本专业的文献资料，运用外语撰写学术论文和开展国际学术交流。

#### 2. 科学研究能力

本学科硕士生应具有较为独立的科学研究能力。这些能力包括：发现问题的能力；基本的观测和理论分析能力；设计并开展重复对照研究的能力；观测和理论计算、数据处理及结果分析能力等。

硕士生的研究能力必须通过系统、全面的研究训练才能得到培养。包括如何发现和提出问题、如何收集和分析资料、如何做文献综

述、如何撰写学术和学位论文等。通过专业课和研讨班等课程学习在一定程度上也是培养硕士生科研能力不可或缺的手段。

### **3.实践能力**

本学科硕士生应具有较强的实践能力，在开展学术研究或应用技术探索方面具有较强的本领。在学术研究方面能独立完成天文文献综述、开展天文观测或理论工作、设计研究技术路线、分析天文观测数据或理论计算、独立撰写学位论文、独立回答同行质疑和从事学术交流。本学科硕士生还应当具备良好的团队合作精神和一定的组织协调能力。

### **4.学术交流能力**

本学科硕士生应具备基本的学术交流能力，一般包括书面交流和口头交流两种，需较熟练地掌握一门外语，具有一定的学术写作能力和进行学术交流的能力。

本学科硕士生应能够在实验室或研究团组组会或进行研究进展汇报时，进行口头发言；能够在论文开题报告、论文答辩过程中回答专家的提问；能够向国内外同行作口头学术报告展示自己的研究成果；能够在其他学术交流场合简短、精炼地介绍自己研究成果等。

本学科硕士生应能够在学术交流过程中，对其他学术交流活动参与者的科学成果、研究问题、采用的技术手段、科学结论等进行提问和参与讨论。学术交流过程中的学术讨论是磨练和提高提出创新性学术问题能力的方式之一，是拓展学术合作的有效方式，也是让天文学领域同行有效了解自己研究成果的重要途径。

### **5.其他能力**

除了上述几个方面外，本学科硕士生还应当具备良好的团队合作能力，具备一定教学或科研管理方面的能力。

## **（四）学位论文基本要求**

### **1.规范性要求**

硕士学位论文须是硕士生导师指导下独立或者合作完成的、较为完整的学术研究工作的总结，论文应体现出硕士生对所在学科领域做出的学术成果，应能反映出硕士生已经掌握了较为坚实宽广的基础理论和较为系统的专门知识。本学科的硕士学位论文应当严格遵守

学术规范，做到文献综述客观、引述准确、数据准确可靠、格式规范、参考文献列举充分、恰当，避免剽窃、抬高、贬低、曲解或淡化他人学术观点。

学位论文应符合以下几条具体的规范要求：（1）论文应有明确的选题，针对性地解决一个天文学的科学问题；（2）论文应针对拟解决的科学问题进行有深度的文献综述；（3）论文要有具体的工作量，一般应包括观测、或数据分析、或理论计算等；（4）论文应对所采用的研究方法有详尽的介绍和说明；（5）论文应有明确的观点以及支持该观点的数据资料；（6）论文的表达应条理清晰、表达无误、术语规范；（7）论文中的数据、图表和参考文献应遵循一定的规范。

## **2.质量要求**

本学科的硕士学位论文应保证学术质量，在某一领域有一定的理论价值，表明作者具有从事科学研究工作或独立担负专门技术辅助工作的能力。在理论价值方面，应做到选题合理、数据可靠、论述严密、表达清晰、结论正确，有一定的创新性。

## **博士学位基本要求**

### **（一）获本学科博士学位应掌握的基本知识及结构**

天文学是天文技术发展驱动、观测和理论并重的学科，除掌握坚实宽广的物理天文基础理论知识外，还要了解和获得天文观测、天文技术、数据处理和分析等基本科学研究能力，并加强研究方法的学习和创新精神的培养。因此需要在掌握天文学核心课程如恒星内部结构和演化、天体物理中的辐射机制、天体物理动力学、物理宇宙学等的基础上，深入系统地掌握某特定天文学研究方向的专门知识和研究技能，包括理论体系、观测方法、天文技术、数值计算和数值模拟等专门研究方法，了解其现状和发展趋势。此外，还需至少掌握一门外语，能够熟练阅读本学科相关领域的外文资料，并具有较强的科研论文写作和开展国际学术交流的能力。

### **（二）获本学科博士学位应具备的基本素质**

## 1.学术素养

天文学博士生应具备以下的基本学术素质：（1）热爱科学、崇尚科学，具有强烈的创新意识和创新能力。对天文学研究怀有浓厚的兴趣，并具有献身于天文学科学事业的职业理想；（2）深刻理解与掌握天文学学科的知识结构与基本的天文观测方法，具有独立从事天文学科学研究的能力；（3）具有物理学、化学、生物学、材料科学、计算机科学等多学科视野和广泛的知识面以及多角度、深层次分析天文学问题的意识与能力；（4）具有能够熟练使用计算机等现代科研手段快速获取科研信息的能力和使用英语进行学术交流的能力；（5）具有良好的团队精神和科研团队合作能力，能够胜任今后天文学教学和科研工作的其他能力；（6）具有高度的社会责任感和使命感，通过天文学知识普及应用或天文学课题的研究服务于社会发展和推动社会文明的进步，熟悉并遵循学术研究伦理和学术规范，具有科研诚信品质。

## 2.学术道德

天文学博士生在科学研究和学术活动中应当严格遵守以下学术道德规范：（1）热爱祖国，拥护中国共产党的领导，遵守国家的法律法规及相关规章制度，以坚守学术道德为己任；（2）自觉维护知识产权，充分尊重他人的研究成果，尊重他人的辛勤劳动和学术贡献，严禁以任何方式漠视、淡化、曲解乃至剽窃他人成果；（3）坚持以严肃、认真、诚实、守信的精神进行科研活动，自觉维护学术事业的神圣性、纯洁性与严肃性，杜绝篡改、假造、选择性使用观测数据和理论计算结果；（4）以负责任的态度对待自己的科研成果，杜绝一稿多投、重复发表自己已经发表的科研成果。

### （三）获本学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识能力

本学科博士生应能够通过课程学习、自学、学术交流和查阅文献等方式，收集、处理、分析信息，并不断从中获取最新知识，达到掌握学科学术研究前沿动态和前沿科学问题的能力。

获取知识能力的养成要求博士生必须熟悉本学科的重要科研文献，并能够随时跟踪其主要进展；要求博士生对物理学、化学、生物

学、材料科学、计算机科学等相关学科有一定程度的了解。本学科博士生应能充分利用网络信息和重要的科技文献数据库,熟练掌握文献检索技能并具备完成高水平全面地、系统地综述和分析文献的能力。文献的全面性是指文献对应相关研究问题的覆盖程度,而系统性则为这些文献之间的联系性和完整性。

通过各种学术交流平台和科研合作活动,学习和掌握利用大型天文设备获取天文数据的能力;掌握天文数据的科学分析方法和常用的科研软件;学习和掌握大型计算机服务器的使用;具有开展数值计算或数值模拟研究的能力。

## 2.学术鉴别能力

本学科的博士生应具有较强的学术鉴别能力,包括对研究问题、研究过程和已有研究成果的甄别、评估、评价能力。它要求博士生具有较宽的学术视野和深厚的专业知识,具有批判性和创新性思考问题的能力。

针对天文学的科学问题,要能够评估该科学问题的理论意义和应用价值,能够预见解决该问题对本学科和相关学科的影响以及研究、促进作用。

针对研究过程,要能够评价研究过程的科学性、合理性、有效性和可重复性,保证天文观测和数据模拟过程的规范性、科学性、合理性和可重复性,对可能涉及的数据分析技术和数据模拟过程的原理、分析流程、应用的局限性等有深入的了解。

能够合理认识前人研究过程的局限,既要做到尊重前人工作,在前人工作基础上进行创新,又要勇于质疑,善于从前人研究过程、研究成果中发现新的科学问题并有选择地解决。要提高学术鉴别能力,可以通过对文献中、工作交流时出现的学术问题进行分析,起草研究计划、撰写课题申请报告,定期对研究工作进行总结,并利用参加学术会议等各种交流机会与同行进行讨论等锻炼和练习。

鉴别有意义的科学问题,提出可验证的科学假说是博士生进入科研角色的标志,只有具备良好的学术鉴别能力,才能为自己的学术研究找到一个合理的起点。

## 3.科学研究能力

本学科博士生应具有独立开展科学研究的能力，包括：发现和分析问题的能力；解决问题的能力；分析和提炼研究成果的能力；发表学术成果的能力等。

提出和分析问题建立在三个基础上：一是对已有研究成果和问题的评判；二是学科发展的内在要求和国家重大需求；三是问题解决的可能性。前两个需要长期的科学和能力的积累，而第三个需要依据客观实际进行判断。

解决问题的能力包括：技术路线的确定、设计并开展对照观测或理论计算以检验技术路线的可行性和科学性、观测或数值模拟数据的获取、分析和综合，直到得出研究结论。对需要多学科、多技术手段、多波段联测或多团队合作的研究课题，要具备为完成该课题需要的组织协调能力。

分析和提炼研究成果的能力包括：对获得的观测和计算结果的正确性、合理性进行分析的能力，对获得数据或计算结果是否解决提出的问题进行分析，对获得的成果对本学科以及相关学科可能产生的影响进行分析的能力。

发表学术成果的能力包括：选择合适天文学杂志发表研究成果的能力，综合类天文学杂志和专业类杂志面对的读者群不同，因而不同杂志对研究成果的要求不同；按照杂志要求整理研究成果、组织文字、按照科学道德规范撰写文章的能力；投稿后与学科编辑和审稿人以及文字编辑进行交流直至研究成果完成发表的能力。

研究能力必须通过系统、全面的研究训练才能得到培养。博士生完成博士学位论文的过程就是其研究能力的训练过程，其研究能力的训练应当贯穿博士生的整个培养过程。

#### **4. 学术创新能力**

本学科博士生应具备在自己所从事的研究领域内开展创新性思考、创新性研究和取得创新性学术成果的能力。创新能力是博士生的基本素质，也是科学研究追求的目标。

天文学学科的学术创新可以是新的天文现象、新类型天体和新物质的发现，新的天体物理过程和规律的探索和揭示，新的天文探测技术发明和改进以及新观测设备的研制，也可以是新的观测路线和方

案、新的数据处理和分析方法的探索与验证,还可以是新的计算方法、计算设备的应用和开发等。学术创新可以出现在问题设计、研究过程和最终研究成果的任何一环。博士生应具有在以上几个或其他创新性研究的能力。

### 5.学术交流能力

学术交流是天文学工作者发现问题、开阔视野、获取知识、掌握学术前沿动态的重要途径之一。本学科博士生应具备基本的学术交流能力,一般包括书面交流和口头交流两种,需要至少掌握一门外语,并熟练使用进行口头和文字交流,进行科技论文的写作。

本学科博士生应要求在实验室或研究团组组会上定期向导师和培养单位做课题研究进展或学位论文进展报告;能够在国内外学术会议上给同行作高质量的口头学术报告或提交论文展示自己的研究成果;能够在国内外大学或科研机构作专题学术讲座介绍本领域研究现状以及自己研究成果及其意义;能够申请基金资助,撰写课题申请报告;能够在论文开题报告、论文答辩过程中准确回答专家的提问;能够在其他学术交流场合简短、精炼地介绍自己的研究成果等。

同时,本学科博士生应能够在学术交流过程中,对其他学术交流参与者科学成果、研究问题、采用的技术手段、科学结论等进行高水平的提问和讨论。学术交流过程中的学术讨论是磨练和提高提出创新性学术问题能力的方式之一,是拓展学术合作的有效方式,也是让天文学领域同行有效了解自己的重要途径。

熟练地进行学术交流是本学科博士生应具备的基本能力之一。培养单位也可以要求博士生在读期间参加学术交流能力培训班,或要求博士生在读期间必须出席培养单位组织的学术活动并积极参与讨论等。通过以上形式对博士生的学术交流能力进行培养和训练。

### 6.其他能力

除了上述五个方面外,本学科博士生还应当具备良好的团队合作能力,具备讲授和传授天文专业知识与技能的能力,培养对开展国内外合作过程中涉及的不同国家、不同民族的传统习惯了解并充分尊重的素质,具备开展高等学校教学的工作能力以及本学科相关领域工程、技术及管理等方面的工作能力。

## （四）学位论文基本要求

### 1.选题与综述的要求

博士生在完成专业课程的学习后应及早进行学位论文选题工作，选题时应注意结合天文学及相关领域的现状和指导教师的研究要求。博士生可以在查阅文献、进行广泛的资料调研基础上，自主选择研究课题，也可以在导师承担的科研项目中选择研究课题。选题时要处理好基础与应用的关系。可着眼于基础理论研究，或着眼于应用理论的研究，也可将两者有机结合进行研究。提倡博士生选择具有挑战性和一定难度的论文题目，论文要有研究价值和意义，具有前沿性、创新性和可行性。博士生初步确定论文题目后应在导师指导下拟定论文工作计划，完成论文选题报告。选题报告应该包含文献综述、选题背景及其意义、研究内容、工作特色及难点、预期成果及可能的创新点等。

文献综述是考查论文前沿性和原创性的基础，是对本研究领域已有学术成果的总结、概括和评价，并从中寻找出自己研究问题与思路的重要环节。文献综述体现了博士生在本学科的基本素养与能力。优秀的文献综述应当做到客观、准确、系统、全面、逻辑清晰，应该按照问题、或观点、或方法来分类和评价，而不仅仅是列举已有的研究。通过对文献的分析找到已有成果的局限和新的研究热点，并合理导入自己的研究选题。文献的综述是为论文的选题服务，因此应包括：（1）拟研究问题的天文学背景，即论文选题在整个天文学知识链条中的位置；（2）研究问题的理论意义；（3）研究问题的历史以及阶段性进展和常用的研究方法；（4）尚未解决的关键科学问题、难点及其原因；（5）本研究的主要目的和在哪些方面可以弥补已有研究的不足，该研究的理论意义和应用价值；（6）研究思路、目标以及技术路线等。

### 2.规范性要求

本学科博士学位论文形式应以研究论文为主，论文应包含以下几个不可缺少的部分：选题依据、研究进展综述、研究方法和技术路线说明、数据和资料来源说明、研究结果、结论及其可靠性与有效性分析。

（1）论文题目：应当简明扼要地概括和反映出论文的核心内容，

题名语意未尽，可加副标题。

(2)中英文摘要与关键词：论文摘要重点概述论文研究的目的、方法、成果和结论，语言力求精炼、准确，要突出本论文的创造性成果或新见解。

(3)前言或绪论：前言应对论文的背景及工作内容作简要的说明，要求言简意赅。

(4)文献综述：是对本研究领域国内外研究现状的评述和相关领域中已有研究成果的介绍。

(5)正文部分：是学位论文的主体和核心部分，不同学科专业和不同的选题可有不同的写作方式：可以是对一个研究问题的实验方法的详细描述、实验结果的说明与讨论等；也可以由基于同一研究目的、多篇已发表系列论文或研究报告组成。

(6)结论：是学位论文最终和总体的结论，是整篇论文的归宿。应精炼、准确、完整。着重阐述作者研究的创造性成果及其在本研究领域中的意义，还可进一步提出需要讨论的问题和建议。

(7)参考文献：是作者撰写论文或论著而引用的有关期刊论文和图书资料等。凡有引用他人成果之处，均应按论文中所引用的顺序列于文末。

本学科博士学位论文一般用中文撰写并需提供英文摘要，论文写作表达准确、条理清楚、层次分明、文字通顺、格式标准、数据准确、图表规范、结论可信。如特需用英文或其他文字撰写，则论文题目、摘要等必须有中文译注。学位论文工作时间一般应不少于三年。学位论文可实行盲审，由同行专家按照以上要求评定是否合格。

### 3.成果创新性要求

本学科博士生应在毕业前在相关学科领域做出创新性的研究成果，研究成果可以学术期刊论文、学术会议论文、学术专著、发明专利、研究成果报告、行业标准、科研成果奖等多种形式(以下统称“相关学术成果”)呈现。相关学术成果可以作为评价学位论文水平的重要参考。本学科成果创新性体现在该博士学位论文探索了有价值的天文现象和规律，提出了新的天文观测或理论计算方法，创造性地解决了天文学研究中的关键问题。

## 0705 地理学

中文名称：地理学

英文名称：Geography

编写成员：地理学学科评议组

### 一级学科简介

#### （一）学科概况

“地理”一词始见于我国的《易经·系辞》（公元前 551—479 年）和古希腊的《地理学》（公元前 275—193 年）。至今，地理学经历了古代地理学、近代地理学和现代地理学三个发展阶段。

远古至 18 世纪末的古代地理学主要探索地球的形状、大小和有关测绘技术，或描述性地记载地理知识、以及当时国家和地区的自然与人文现象。在中国有《尚书·禹贡》《管子·地员》《山海经》《梦溪笔谈》等代表性著作，在西方有埃拉托色尼和斯特拉波分别撰写的《地理学》以及由托勒密著的《地理学指南》等。

从 18 世纪末 19 世纪初至 20 世纪 50 年代是近代地理学的发展阶段。冯·洪堡的《宇宙》和卡尔·李特尔的《地学通论》标志着近代地理学的开始。近代地理学阶段是地理学内部学科不断分化、部门地理学蓬勃发展时期，强调自然过程和自然与人文现象的因果关系研究。这一时期，地理学界受环境决定论的影响，主要探讨地理环境对人类活动的控制作用。但在同时，维达尔·德·白兰士提出了可能论，认为地理环境为人类活动提供了可能的范围，人类在创造其居住地的同时，又按照自身需要、愿望和能力来利用这种可能性。另外，在这一时期，区域地理学也得到了空前的发展。

20 世纪 60 年代以来的现代地理学是现代科学技术革命的产物，其标志是地理时空过程及动力机制的认识、地理计量方法、地理信息系统和遥感技术等在地学中的应用、地球表层系统科学和人地关系的发现等。地理学从静态定性描述走向动态定量分析，并通过时空过程、人地关系的发现和建立数学模型达到预测预报的目的。与此同时，

伴随人类活动对地球表层影响的与日俱增,地理学的理论研究与实际应用走向深入结合。

当代地理学具备四个特点:地球系统科学特点——强调将陆地表层多要素作为一个整体系统,探讨自然要素在陆地表层的相互作用和整体的演化趋势;区位区域特点——强调陆地表层多要素的空间组织及多尺度综合特征;人地要素融合特点——强调人类活动与自然环境的相互作用,理解自然和人文要素的相互协同、权衡关系;定量过程特点——强调地理过程的定量化和机制理解,构建基于数据模型的地理过程理解和表达。当今的地理学在不断创新传统研究领域的时候,日益关注全球气候变化所带来的区域响应,人地关系的区域综合,全球变化与资源、环境、生态和灾害风险的关系,人地系统动力学,以及全球可持续发展、区域高质量发展、国土空间规划等新主题。

## (二) 学科内涵

### 1. 研究对象

地理学是研究地球表层各种自然和人文要素的时空过程,以及他们之间相互关系和区域分异的学科。地球表层是指地球各个圈层——大气圈、岩石圈、水圈、生物圈、土壤圈、冰冻圈和人类圈相互交接的界面。这个界面有两种理解:广义的地球表层上限为大气圈对流层顶部,下限为岩石圈地壳底部,厚度为30~35km;狭义的地球表层指大气圈、岩石圈、水圈、冰冻圈等的交接面,上限离地面不超过100m,相当于对流层近地面摩擦层下部(又称地面边界层),下限为太阳能所能达到的深度(在陆地不超过地下30m,在海洋则不超过水下200m),厚度一般不超过200~300m。

地理学具有两个显著特征。第一,地理学是唯一同时研究陆地表层不同地区自然和人文现象的差异及造成这种差异原因的学科。第二,地理学研究当今世界发生重大事件的自然与人为原因。因此,地理学是前沿的学科,也是国民经济建设、社会发展和日常生活必备的基础性学问。

### 2. 基本理论

地理学所研究的地表差异及造成差异的原因,必须在地理空间各要素之间的过程和相互作用中去寻找。地理学的基本理论包括地表

系统理论、地域分异理论、空间结构和组织理论、人地关系理论等。地球表层系统理论揭示地表要素(地貌、气候、土壤、水文、生态和人类圈等)的过程、规律、机理、相互作用过程和未来走向。地域分异理论鉴别、表达和解释地理要素在区域分布上的差异性以及要素之间的因果关系;空间结构和组织理论把多个要素的地域分异在不同的空间尺度上组织起来,运用空间分析的方法解释这些要素在一定区域乃至全球尺度上的相互作用及其变化过程;人地关系理论包含了人类对地球的适应性、改变以及地球的反馈等方面的研究,关注社会-生态系统各要素相互作用机理、过程和动态变化的模型与模拟。

### 3.基础知识

地理学的基础知识含5个方面:

(1)认识自然系统与过程:形成和改变地表形态的自然过程;气候类型、分布、成因及其对自然和人文过程的影响;水的特性、循环、分布及人类对水资源的利用;生物群落类型、分布和空间变化与时间演化规律;土壤的发生、分类、分布、退化过程及其对粮食生产安全的影响。

(2)认识人文系统与过程:人口的特征、分布和迁移;文化的特征、分布和交融形式;经济的空间类型和网络联系;聚落的形成、类型和功能;人类合作、冲突以及对世界的划分和控制。

(3)认识环境演变与污染过程:人类对自然环境的改造;自然系统对人类系统的影响;环境污染物的区域过程、生态效应和健康风险;人类活动与自然灾害及全球变化的相互作用;数学建模、地球物理、地球化学和生物技术分析(DNA测序等)测试技术、数值模拟等。

(4)认识地方与区域:地方的自然和人文特征;区域差异性与相似性、分区及其对复杂世界的解释;文化与传统如何影响人们对地方和区域前景的判断以及开发治理的理念。

(5)空间表达:如何用地图、遥感、地理信息系统、大数据等,获取、处理、分析和表达地理空间信息;如何对人、地方和环境之间的空间组织方式进行分析;如何用认知地图与空间思想组织和分析问题。

### 4.研究方法

地理学用各种考察、调查、观测、测量、化验、实验、模型、模拟等方法开展研究。

(1) 地理学用传统的测量、考察和调查方法,以及现代的遥感、全球导航卫星系统、大数据等对地测量方法观察地球表层现象和分析其规律;

(2) 用水文、气象、生态、环境和其他定位观测与实验方法,测定地球表层物质、能量、生物和信息过程;

(3) 用沉积物、冰芯、土壤样品分析和同位素、树轮、释光、 $^{14}\text{C}$ 等测年方法,诊断地球表层理化特性和演变规律;

(4) 用地图、地理信息系统、空间分析理论与方法、实验模拟、数值计算与计算机模型、人工智能、区块链等表达和分析地球表层的空间特征、关系、差异性和相似性规律。

### (三) 学科范围

地理学主要包括自然地理学、人文地理学、地图学与地理信息系统、经济地理学、灾害与风险地理学、景观与区域地理学、自然资源与国土空间规划学、全球变化与世界地理学、地理教育学等二级学科。

#### 1. 自然地理学

自然地理学涵盖地貌过程、气候变化、水文循环、植被-动物-微生物组成和区域分异、土壤结构和发育、环境污染过程及修复机理、全球环境变化、海-陆-气-冰冻圈相互作用、地表要素对资源环境利用的影响等主要研究方向。研究内容包括自然地理要素的组成特征、空间分布、定性和定量变化过程、影响因素和机理,以及各要素和地球表层圈层之间的相互作用变化过程;自然地理要素变化对资源利用、环境保护、水土保持、荒漠化防治、生态建设等的影响等。

#### 2. 人文地理学

人文地理学涵盖城市地理、乡村地理、社会地理、文化地理、人口地理、政治地理(地缘地理)、历史地理、旅游地理、行为地理等主要研究方向。其中,城市地理研究城市(镇)的演变、空间结构和分布规律;乡村地理探讨乡村地域系统的时空演变;社会地理研究社会集团在地理环境中的空间模式、行为规范、生活方式和社会意识等;

文化地理研究人类文化在空间上的起源、分布、传播及其与地理环境相互作用;人口地理研究人口数量、结构、迁移的时空差异及与地理环境的关系;政治地理(地缘地理)研究政治单元的结构、功能及其与地理环境的关系;历史地理研究地理环境的历史演变规律;旅游地理研究旅游资源的分布与保护、规划开发以及游客的分布和行为规律、旅游大数据与决策支持等;行为地理研究人类的行为类型和决策机制。

### 3.地图学与地理信息科学

地图学与地理信息科学涵盖地图学理论与方法、地理遥感科学、地理信息采集与建模、地理信息分析与表达、地理大数据和空间智能等主要研究方向。其中,地图学理论与方法主要研究地图的基础理论、制图技术和应用方法;地理遥感科学主要研究地理环境的遥感机理、反演模型、信息融合和地学分析等;地理信息采集与建模主要研究多源地理信息的采集与空间数据库技术以及多尺度地理场景、地理过程建模与分析方法;地理信息表达与分析主要研究多元地理信息分析方法与多模态表达技术;地理大数据和空间智能主要研究地理大数据和泛在地理数据的理解聚合、智能分析、领域应用的理论、方法与技术。

### 4.经济地理学

经济地理学涵盖产业地理、金融地理、创新地理、消费地理、演化经济地理、关系经济地理、环境经济地理等主要研究方向。其中,产业地理研究农业、制造业、第三产业等产业的资源禀赋、空间区位、空间组织以及地理格局演化;金融地理研究金融活动的空间格局、区域差异、形成机制和影响因素等;创新地理研究经济创新活动的空间规律、空间组合特征、与地理环境的关系及其所产生的影响;消费地理研究人类在地理环境中的消费行为、消费水平、地域分布及其影响因素和发展变化规律;演化经济地理将时间与空间要素、微观企业与宏观制度相结合,分析经济地理格局的历史演进过程;关系经济地理研究关系在空间上的组合和演变,及其对经济活动空间分布的影响;环境经济地理研究环境管制与经济活动之间的关系,及其对经济活动空间分布的影响。

### 5.灾害与风险地理学

灾害与风险地理学涵盖灾害地理和灾害风险防范两个主要研究

方向。其中，灾害地理以灾害系统形成机理、变化过程、评估模型、灾害防治为研究内容；灾害风险防范以灾害风险科学、应急技术及风险管理为研究内容。

## 6.景观与区域地理学

景观与区域地理学涵盖景观地理和区域地理两个主要研究方向。其中，景观地理以景观格局与过程耦合、景观多功能性、景观可持续性及其尺度效应为研究内容；区域地理以区域自然与人文要素关联、过程耦合、空间集成及其可持续性为研究内容。

## 7.自然资源与国土空间规划学

自然资源与国土空间规划学涵盖自然资源调查监测评价、国土空间规划与生态修复、区域可持续发展。其中，自然资源调查监测评价以自然资源调查、监测评价指标体系建立、自然资源专项调查监测评价、动态监测和分析为研究内容；国土空间规划与生态修复以面向国土空间规划的战略需求，以国土空间规划体系、国土空间保护与利用、国土空间开发评价、国土空间规划监测、评估和预警体系和模型构建、预警平台为研究内容；区域可持续发展是以水土资源、能源经济、生态系统、土地利用、城市环境与可持续发展为研究内容。

## 8.全球变化与世界地理学

全球变化与世界地理学涵盖全球变化、气候系统变化、冰冻圈变化、区域国别地理、地缘关系等主要研究方向。其中，全球变化研究地球系统过去、现代和未来地理环境变化过程及其影响机理，重建冰期—间冰期循环的全球环境变化；气候变化科学研究气候变化的规律、气候变化的影响和适应、减缓气候变化的对策、全球与区域可持续发展等；冰冻圈科学研究冰冻圈各要素形成演化过程、内在机理及其与其他圈层的相互作用机制，以及冰冻圈变化的影响和适应；区域国别地理研究世界各个国家或地区自然和人文地理环境整体性和差异性规律及其人地系统耦合机理；地缘关系研究地理环境要素影响下的国际政治、经济、文化等地缘关系演化规律等。

## 9.地理教育学

研究范围主要包括大学、中学、小学地理教育教学、地理师范生培养，地理核心素养（地球系统科学素养、人地协调观念素养、综

合思维素养、区域认知素养、地理实践力等)养成路径、地理课程研制(国家课程标准、地方课程、校本课程等)、地理教材建设理论与实践(教材编制与教学资源建设、教材分析等)、地理教学方法、教学技术(地图学、地理信息系统、遥感影像与数字地球、虚拟现实等)、地理教学考试与评价、地理课程思政等育人价值、地理教育国际比较研究等。

#### **(四) 培养目标**

##### **1. 硕士学位**

全面贯彻党的教育方针,以德育为先、能力为重、全面发展为教育理念,落实立德树人的根本任务,加强社会主义核心价值观教育。培养能够坚持四项基本原则,热爱祖国,诚实本分,具有强烈的社会责任感、时代使命感和民族自豪感的地理学人才。熟悉地理学的基本理论与方法;胜任室外考察采集标本教学和实验室测试分析工作;掌握地图学与地理信息系统、遥感和数值分析等技能;熟悉科学研究从数据采集到定量分析和学术论文写作的全过程,具有符合规范地完成研究报告、发表学术论文的能力;能够使用一门外国语进行学术论文写作;胜任与地理学有关的工作,或具备继续攻读博士学位的基础。

##### **2. 博士学位**

全面贯彻党的教育方针,将博士研究生培养成为有理想信念、有道德情操、有扎实学识、有仁爱之心的社会主义建设者和接班人。在地理学的某个研究领域(含地理学与其他学科交叉领域)具有较深造诣,能够提出和解决有价值的科学问题;在基础、应用基础、应用研究中,具有原创性研究的思维能力,熟悉地理学前沿与动态,掌握室外采集数据和室内实验测试分析技术,熟练掌握一门外国语,能够在国内外主流学术刊物上、国际与国内学术会议上发表和宣读与博士论文研究相关的学术论文;能够协助导师指导本科生的实习和硕士生的研究工作;胜任与地理学有关的教学、研究或管理的较高级岗位工作。

#### **(五) 相关学科**

地质学、大气科学、海洋科学、生态学、遥感科学与技术、测绘科学与技术、计算机科学与技术、环境科学与工程、理论经济学、

应用经济学、社会学、城乡规划学、国家安全学等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本学科硕士学位应掌握的基本知识

- 1.应具有良好的自然科学的基础；
- 2.应具有良好的实验测试技术、数值模型、遥感、地理信息系统和全球定位系统应用基础；
- 3.应具有良好的部门地理学基础；
- 4.应具有一定的区域地理学基础；
- 5.应对自己从事的二级学科的专业基础具有较为系统地掌握；
- 6.应具有地理数量分析的基础；
- 7.应具有良好的利用地图表达地理学问题的基本技能；
- 8.应受过一定的室外调查技能训练。

#### (二) 获本学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1.学术素养

- (1) 应了解地理学的发展趋势和前沿领域；
- (2) 应了解资源环境与经济、社会发展对地理学应用研究的要求；
- (3) 了解国家关于数据、地图和地理数据资料的保密规定；
- (4) 尊重他人的学术思想和研究方法与成果。

##### 2.学术道德

硕士生应遵守共同的学术道德规范。在地理学研究中，数据、地图和研究方法是表征地理研究成果的几个重要方面，硕士生应对他人的这些成果能够进行正确辨识，并在自己的研究论文或报告中加以明确和规范的标示。

#### (三) 获本学科硕士学位应具备的基本学术能力

##### 1.获取知识的能力

- (1) 能够熟练运用一门外国语阅读本专业的地理学学术文献，获取相关的地理学知识、学术思想和研究方法与技术；

(2)能够熟练运用互联网通过规范途径获取地理学的学术信息。

## 2.科学研究能力

(1)地理学硕士生应能够对自己从事研究领域的某一方面进行较为系统的评述；

(2)地理学硕士生应该能够应用地理学的理论和研究方法去解决具体的地理学实际问题。

## 3.实践能力

(1)至少应该能够在地理学的某一个方面从事学术研究或应用研究与实践；

(2)自然地理学、灾害与风险地理学、景观与区域地理学、全球变化与世界地理学等方向的硕士生应具有一定的本学科所要求的实验技能；

(3)人文地理、经济地理学、自然资源与国土空间规划学、地理教育学等方向的硕士生应具有一定的调查和分析社会、经济问题能力；

(4)地图学与地理信息科学方向的硕士生应具备地理信息系统二次开发的能力；

(5)所有地理学硕士生都应具有良好的团队精神和协作意识。

## 4.学术交流能力

能够清楚地表达自己的研究问题、研究方法、技术路线、所用数据、研究结果、结论和问题讨论等。

## 5.其他能力

具备野外调查或调研所需要的组织、联络和沟通等社交能力。

### (四)学位论文基本要求

#### 1.规范性要求

论文所包含的以下几个部分是不可缺少的：选题依据、研究进展综述、研究方法和技术路线说明、数据和资料来源说明、研究结果、结论及其可靠性与有效性分析。

论文应注意以下几点：

(1)论文选题的理论前提成立且可靠；

(2)所有地图图件均需要采用国家标准地理地图或以之作为底

图，并以规范的地图表达研究过程或结果；

(3) 原始数据和资料要标注来源出处，野外试验点、采样点或所研究区域的样本取样点必须配有全球定位坐标；

(4) 所有研究和分析采用标准或规定的分析方法，并注明出处；新方法必须详细描述其机理、步骤与操作程序；

(5) 文中需附中英文图表题，计算式应清晰规范，必须用公式编辑器编排，并有顺序号；

(6) 核心学术概念要明确、严谨、有效，避免将生活习语或流行语用作学术概念，除了本一级学科惯用缩略语外，文中缩略语必须在第一次出现时注明全称；

(7) 论文必须有适量的外文参考文献，且与中文文献一起做到规范引用；

(8) 论文应有专门章节对研究结果进行综合分析，并进行可靠性与有效性分析。

## 2. 质量要求

(1) 选题应围绕一个地理学或应用地理学学术问题的理论和研究方法解决社会实践问题来进行；

(2) 所用数据翔实和有效；

(3) 研究方法针对性强；

(4) 技术路线清晰可行；

(5) 逻辑严谨；

(6) 研究结果具体，可信度高；

(7) 写作规范；

(8) 结论明确。

本一级学科硕士学位论文必须在地理学研究领域具有一定的创新性，可以是理论概念的创新，方法的创新，开发新数据或创新现有数据的使用方式，研究问题的创新。具体如下：

(1) 概念和理论的创新。在本学科领域提出新的概念或理论，新的概念和理论具有一定的概括或解释能力；

(2) 方法的创新。使用和开发新的研究方法，包括数据采集、观测、实验、分析、测量、计算和展示的方法或指标体系，新的方法

和指标体系有一定的合理性；

(3) 数据的创新。通过采用更为先进的观测或实验设备，或者设计新的调查方案获得新数据，或者开发已有数据，用新的理论视角找到新的数据使用方式；

(4) 研究问题的创新。采用现有的理论或者方法，对最新出现的自然或人文现象进行研究，并有一定的发现。

鼓励地理学硕士生针对自己开展的地理学学术研究，参加相关学术交流活动，公开发表研究成果或获取其他知识产权的成果。

## 博士学位基本要求

### (一) 获本学科博士学位应掌握的基本知识及结构

#### 1. 地理过程

地理学上的过程是指按照某一法则运行的一组行动或机制，在地理学中居重要地位，包括地貌过程、气候过程、水文过程、生态过程、环境过程、区域经济过程、人类活动等。地理学家认为，尽管每一个地区都是独特的，但形成它们的自然、经济和社会过程并非如此。因此，地理学家正是要发现和理解区域变化规律、分异特征和作用机制，并进行系统模拟。所以，通过过程研究地理事物的变化规律、空间变异性和空间组织建构及动态变化是构建地理学知识体系的核心。

#### 2. 空间和区位、地方和区域等基本概念及其运用

地理学科的空间指地球表面，区位是其中的位置。空间和区位构成了表达地球表面事物相互关联或依存的基本概念。地方的概念在地理学中占有重要的地位，包含一组自然和人文属性，与地球表面的特定位置相关联。区域是依据一定标准划定的空间单元，是一致性与差异性在地球表面的具体表现，具有相对性。获取区域地理信息是进行区域分析与综合的前提。区域划分以及空间系统的建构是地理学区域分析与综合研究的中心工作，而人地关系地域系统则是其灵魂。

#### 3. 部门地理学

部门地理学包括自然地理学和人文地理学的各个分支，它们分门别类研究地理要素，比如固体地球、大气、水、生物、人口和社会

经济活动等地球表面上的空间组织、相互作用和演化。尽管各部门地理学关注对自身要素的研究,但同时注意自身要素与其他部门要素的关联以及相互作用。部门地理学是地理学学科体系的支柱之一,它不仅仅揭示地球表层系统要素变异性及其空间组织,同时也是区域地理研究以及应用地理研究的基础。

#### 4.现代测试分析技术

基于稳定和放射同位素、离子探针和激光剥蚀以及DNA测序、高精度年代学、大型数值模型计算和物理模型的新技术,已经成为揭示地理要素变化规律和机理的重要支撑。了解这些技术的原理、操作和应用,是地理学博士生的基础知识之一。

#### 5.现代地理信息技术

以遥感、地理信息系统、全球导航卫星系统为代表的现代地理信息技术,利用空间认知理论、计算机技术、通信技术以及空间技术等探讨地理空间认知规律、地理信息获取、地理信息表达以及综合分析和模拟地理现象及地理过程。地理信息技术已经成为地理学工作者必须掌握的基础知识与基本技能。

### (二) 获本学科博士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

地理学研究的意义在于形成描述和解释地球表层系统空间结构、空间组织及其演变过程的系统知识;提升社会成员对地球作为人类之家的认识水平;在研究和传播地理学知识的过程中,形成对地理环境的正确价值观;为合理利用地球表层空间与资源提供科学依据。博士生应对地理科学问题具有浓厚兴趣,秉持以丰富地理学知识提升地理学学科发展水平的精神来学习和研究地理学。地理学与许多学科具有交叉性,比如地质学、大气科学、海洋科学、生态学、环境科学与工程、遥感科学与技术、生物学、经济学、人口学和社会学、全球变化科学、可持续科学等,因此掌握相关学科知识在一定程度上对于地理学研究是必要的,尤其是与自己主攻方向联系密切的学科,应该具备较为深入的知识。这是衡量博士生学术潜力的重要因素之一。此外,扎实的数理基础和建模能力、理化测试与分析能力也是博士生学术素养的重要构成因素。

当今，地理学研究在很大程度上是在团队合作的基础上进行，包括研究计划的制订、地理调查和实验分析、分析与综合技术路线的实施等。博士生应具备良好的团队精神，尊重他人的学术思想和研究方法与成果。

## **2.学术道德**

博士生应遵守学术道德规范，遵守国家有关的保密法律和规章。在地理学研究中，数据、地图和研究方法是表征地理研究成果的几个重要方面，博士生应对他人的这些成果能够进行正确的参考和应用，并在自己的研究论文或报告中加以明确和规范的标示。

### **(三) 获本学科博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.知识获取能力**

博士生应具有从文献获取地理相关研究前沿动态的能力，能够有意识地考虑文献的全面性和系统性。全面性是指文献对应相关研究问题的覆盖程度，而系统性则为这些文献之间的联系性和完整性。要理解学术论文的社会发展背景、研究理念和研究方法的针对性等之间的联系性和独立性，它们在引导地理学发展上具有十分重要的作用。当今，大量的学术研究成果可以通过互联网获得，博士生应当掌握通过此手段获取相关研究成果的规范路径和程序。

#### **2.学术鉴别能力**

学术鉴别能力主要包括：对已有研究成果的科学性、对地理学已有问题的概括性、表现与论证的简洁性的鉴别。

地理学已有研究成果的科学性应从数据的有效性和数据对地理学问题说明的针对性，以及研究逻辑的严密性来判定。显然数据越接近客观实际越好，一方面，获取这样的数据在当前技术条件下不现实，也许成本或代价极高，因此鉴别数据对地理学问题的有效性就显得十分重要。另一方面，数据是在哪个地理位置上获取的，对要说明的地理学问题具有特殊的重要性，这是需要地理学家十分注意的。研究逻辑的严密性反映论证的地理学问题因果关系的可信度，这在判别已有研究的真理性方面也十分重要。

地理学成果是一个知识体系，各个组成部分应具有内在联系。判别已有研究成果和将要研究的问题在地理学科中的地位，它与地理

学其他研究成果的内在联系也是学术鉴赏力的重要组成部分。如果对一个地理学问题还有别的更简洁的表达和论证,那么这个更为简洁的方法和途径就是有价值的。地理学的学术鉴赏力还应从包括科学的前瞻性和潜在的引领性、解决社会经济问题的能力以及问题的重要性来衡量,这在当代科学发展上具有普遍的认可度。

### 3.科学研究能力

地理学的科学研究能力包括提出和解决问题的能力。提出问题建立在三个基础上:一是对已有研究的评判;二是学科发展的内在要求和社会经济发展的实际需要;三是问题解决的可能性。前两者需要长期的科学积累,而第三个需要依据客观实际进行判断。解决问题的能力包括:技术路线的确定、野外考察和样品采集、室内分析、数据获取、分析和综合,直到得出研究结论。作为一个地理学博士生,必须掌握传统的野外考察和室内分析技能,能够熟练运用先进的测试分析仪器、遥感、地理信息系统、全球导航卫星系统、大数据、人工智能、区块链、可视化等技术进行地理数据的储存、处理、分析和表达。博士生应具备一定的在本研究领域组织课题和相关学术交流活动的的能力。

### 4.学术创新能力

地理研究的创新性主要体现在以下几个方面:

- (1) 发现新的地理事实;
- (2) 获取有价值的数据和掌握获取数据的新方法;
- (3) 发现新的影响因素,了解研究影响因素及其作用的新进展;
- (4) 建立新的地理学模型以及改进已有模型;
- (5) 对地理过程及其机理有新的认识;
- (6) 建立新的与地理学研究相关的理论或修正已有理论;
- (7) 对地理区域划分有新的技术与方法;
- (8) 对空白地理区的研究以及对特定区域的研究有新的提高;
- (9) 在应用地理学的理论和研究方法解决区域资源环境、经济、社会等问题方面所做的具有价值的研究。
- (10) 提出具有引领性或者促进学科发展的重要科学问题。

### 5.学术交流能力

地理学博士生应具备在研讨班、国际和国内学术会议中熟练地进行学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力。表达自己学术成果的主要方面包括：研究的起因、研究方法和资料及其获取、研究的技术路线和过程、研究结果、结论和研究展望等。

## 6.其他能力

野外考察和调研是不可缺少的，博士生应在野外考察中注意保护自己 and 团队成员，与所在地的政府、居民和社会组织进行协调与合作。所以，一定的组织、联络和沟通等社交能力是需要的。初步具备组织本专业学术研讨会的能力。

### （四）学位论文基本要求

#### 1.选题与综述的要求

学位论文的选题应属于地理学的科学问题或应用地理学理论、方法所解决的经济和社会发展问题，符合科学发展的规律和社会经济发展的需求，并需要进行充分的论证。论证应阐述选题依据，如果属于学科发展问题，应结合国内外本学科的发展趋势进行论述；若属于经济和社会发展中的应用问题，应结合经济和社会发展需要进行论述。论证还应对所选题目的有限研究目标和实现的可能性进行分析。

学位论文应在充分阅读文献和整理加工信息的基础上，进行文献综述。根据研究需要，综述需要阅读大量的国内外文献，至少阅读200篇以上国外文献，其中最近3~5年内的文献须占一半左右，权威文献至少占40%以上。综述部分应不少于3000字，综述的参考文献在100~300篇之间。

综述应包括至少如下几部分：

（1）研究问题属于地理学的哪个分支，在分支中属于哪类问题，也就是该研究问题在地理学知识链中的位置；

（2）研究问题的历史沿革，前人已经解决了的问题和取得的进展；

（3）已有研究存在的问题或尚未解决的问题及其原因；

（4）研究的主要目的和在哪些方面可以弥补已有研究的不足；

（5）研究的理论意义或/和应用价值。

综述应该按照问题、或观点、或方法来分类和评介，而不只是

罗列已有的研究。

## 2.规范性要求

学位论文应包含：选题依据、研究进展综述、研究方法和技术路线说明、数据和资料来源说明、研究结果、结论及其可靠性与有效性分析。

学位论文需要遵守国家和学位授予单位规定的学位论文基本格式。同时，本一级学科博士学位论文还必须符合如下要求：

(1) 所有地图图件均需要采用国家标准地理地图或以之作为底图，并以规范的地图表达研究过程或结果；

(2) 所有原始数据和资料均要标注来源出处；野外试验点、采样点或所研究区域的样本取样点必须配有全球定位坐标；

(3) 文中需要专门说明研究方法和技术路线；所有研究和分析采用标准或规定的分析方法，并注明出处；新方法必须详细描述其机理、步骤与操作程序；利用特殊设备和仪器，或者其他学科应用的设备和仪器开展研究，必须描述设备和仪器的型号、工作原理、主要技术参数、适用对象、操作步骤和程序；

(4) 所用化学药品必须标明试剂纯度级别，所用仪器必须标明厂家、型号和出厂年份；环境样本分析必须配有标准样品内标和分析质量控制说明；

(5) 文中需附中英文图表题，计算式应清晰规范，必须用公式编辑器编排，并有顺序号；

(6) 核心学术概念要明确、严谨、有效，原则上只能来自学科内公认的学术论著对概念的阐释；

(7) 除了本一级学科惯用缩略语外，文中缩略语必须在第一次出现时注明全称；全文缩略语用单独列表形式排出，列在文前或参考文献后。

## 3.成果创新性要求

本一级学科博士学位论文必须在地理学研究领域具有创新性，可以是理论概念的创新，方法的创新，获取新数据或用新方法或思路分析现有数据。具体如下：

(1) 概念和理论的创新。在本学科领域提出新的概念或理论，

新的概念和理论具有良好的概括或解释能力，具有坚实的学科基础；

（2）技术的创新。使用和开发新的研究技术，包括数据采集、观测、实验、分析、测量、计算和展示的技术或指标体系，新的技术和指标体系能够在理论或者实践方面比过去有明显进步，或者在特定方面具有优势，采用新的方法能够得出有意义的结论；

（3）新数据的获取。通过采用更为先进的观测或实验设备，或者设计更为全面科学的调查方案获得新数据，利用新数据研究得到新的结论。或者开发已有数据，用新的理论视角找到新的数据使用方式，并得到有价值的结论；

（4）研究问题的创新。地理学的重要特点是综合性，任何事物都具有空间特征，新的自然和人文现象不断涌现，采用现有的理论或者方法，对最新出现的自然或人文问题进行研究，并有新的研究发现。

博士学位论文的创新性研究成果的体现方式包括发表在国内外学术期刊检索收录的本专业领域国内外学术期刊，登记授权的发明专利以及国家接受或颁布的标准等知识产权（著作权等）成果。

中文名称：大气科学

英文名称：Atmospheric science

编写成员：大气科学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

大气科学是一门古老的学科，它是以研究地球大气的结构、组成及其在不同时空尺度的运动规律、现象和人类对它的影响，并为人类服务的一门科学。

公元 17 世纪以前，人们对大气以及大气中各种现象的认识是经验性的。17 至 18 世纪，随着数学、物理学和化学等学科的发展，以及测量气温、气压、风和湿度等仪器的发明，大气科学研究由定性描述进入了定量分析阶段。1835 年提出的科里奥利力概念和 1857 年提出的风和气压的关系，成为大气动力学和天气分析的基石。19 世纪 90 年代，由于物理学定律的引入，大气科学从流体力学中分离而成为一门独立的学科。20 世纪 20 年代，基于气象观测建立了锋面、气旋和气团学说，为天气分析和预报奠定了理论基础。20 世纪 30 年代，无线电探空仪在大气探测中得到了广泛的应用，使人们对大气的认识扩展到四维空间，建立了大气长波理论。20 世纪 40 年代，大气准地转理论建立，成为大气动力学理论的核心。20 世纪 50 年代以后，由于计算机的发明和现代大气探测手段的应用，大气科学的发展突飞猛进。计算机使大气科学进入了定量研究的新阶段。基于计算机对大气运动方程的求解，20 世纪 60 年代创立了大气混沌理论。大气混沌理论不仅为大气可预报性提供了重要的理论基础，同时也推动了其他相关学科的发展。高性能计算机的发展，也使得数值模拟成为大气科学研究的重要手段。随着气象卫星、海洋卫星、雷达和飞机观测等多种探测手段的应用，获得了更高时间和空间分辨率的观测数据，使得大气科学的研究从天气尺度系统向更短和更长时间尺度大气系统进行延伸。一方面，数小时或更短时间尺度的强烈天气系统的研究受到

极大的重视；另一方面，月际、年际、年代际甚至更长时间尺度的气候变化的研究也得到了快速发展。

20世纪70年代以来，大气科学的研究方法发生了革命性的变化。人们开始认识到，大气科学研究不能仅仅局限于大气层本身。大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈和生物圈构成了所谓的“气候系统”，五个圈层的演变及其相互作用决定着气候的变化。“气候系统”的观点为大气科学的研究带来了广阔的前景。特别是人们认识到大气的运动和变化不仅仅是一种自然过程，人类活动也会引起区域天气、气候和环境的变化。例如，南极臭氧洞的形成与人类生产和使用某些化学物质有关；人类大量排放的二氧化碳等温室气体与近百年来全球气温升高和海平面上升密切相关。因此，近年来大气科学的研究范围在不断地扩展，除了进一步深入研究地球大气圈本身外，越来越多的研究涉及到与地球系统其他圈层以及人类活动之间的相互作用，也涉及到环境、交通、经济、政治和外交等一系列问题。

## （二）学科内涵

大气科学的研究对象是地球大气及其与地球系统其他圈层以及人类活动之间的相互作用。它研究地球大气的运动和变化规律，与这种变化相联系的天气和气候的形成机理，地球系统其他圈层与人类活动对气候变化的影响，以及如何利用大气科学理论和技术为人类服务。大气运动满足质量、动量和能量守恒等基本物理规律。从这些基本规律出发，揭示发生在大气中的物理、化学现象和过程，大气运动和变化规律及其相伴随的天气及气候现象的形成与变化规律，以及如何利用这些规律为人类服务是大气科学的重要任务。同时，大气科学也与地球系统中的其他学科相结合，研究大气运动在不同时空尺度上的演变特征及其对经济社会发展的影响。因此，数学、物理学、化学以及计算科学和信息科学等是大气科学的学科基础，它们与大气科学的结合，形成了大气科学自身的学科分支：天气学、气候学、动力气象学、大气物理学、大气探测学、大气动力学、大气数值模拟与预报、大气化学等。

观测是大气科学研究的重要手段。除常规气象观测外，现代大气观测还利用大量的信息技术和其他高科技手段，地基、空基、天基

构成的三维空间观测网在大气科学研究和业务预报中发挥着愈来愈重要的作用。大气科学研究的另一重要方法是利用本学科的基础理论与资料，进行分析（诊断）和理解大气运动与演变的机制与规律。从大气运动所满足的物理、化学过程以及生物活动等的基本规律出发，利用数学方法和计算机，求解大气运动方程组，对大气过程进行数值模拟，解释大气运动和变化的规律，也是大气科学的重要研究方法之一。

### （三）学科范围

大气科学的主要二级学科有：气象学、大气物理学与大气环境、气候系统科学。

1.气象学：是研究大气运动的基本特征与基本规律的一门学科。它主要研究发生在大气中的各种天气现象及其演变规律、形成机理、预报的理论和方法、气候变化对天气的影响等。随着国民经济和科学技术的迅速发展，气象学在人类生产和生活中的巨大作用越来越显著，其涉及的领域也越来越宽广，它包括天气学、大气动力学、动力气象学、大气环流、中小尺度气象学、应用气象学、数值天气预报等。大气过程以及各类气象灾害直接影响人们的日常生活和生命财产安全以及各种社会经济活动。所以，正确认识大气变化过程的规律，不断提高预报能力、为防灾减灾服务是本学科的主要任务。

气象学的理论基础是天气学、动力气象学、大气环流理论以及应用气象学的基本理论；研究方法主要是采用观测分析、理论研究、数值模拟等相结合的方法。在掌握上述理论和研究方法的基础上，通过研究和探索，揭示大气中各种天气现象的形成机制及其演变规律，对天气现象进行预报和做出预警。

气象学的研究范围主要包括天气系统的观测、诊断、模拟、预测和理论研究；气候变化及其对天气的影响，中小尺度系统气象学，大气动力学，数值天气预报，灾害天气的机理研究及其观测方法和预警技术，雷达气象学，卫星气象学，以及气象学在其他领域的应用研究。

2.大气物理学与大气环境：以大气现象和过程的物理及化学性质及其演变规律为研究对象，应用物理学和化学的基本原理，结合大

气探测技术和科学实验,研究大气中各种宏微观物理和化学过程及其相互作用,探讨大气中的各种物理现象以及大气成分的源与汇,及其在大气中输送、扩散、沉积和转化等物理、化学过程,揭示上述各种物理、化学过程与天气和气候的相互影响。

大气物理学与大气环境的理论基础是大气物理、大气化学、大气辐射、物理、化学等;在研究方法上,主要采用理论分析、实验研究,以及数值模拟相结合的方法。

大气物理学与大气环境研究的主要内容包括:大气探测和大气遥感,大气辐射,大气声、光、电物理学,云雾降水物理和化学,大气边界层,大气湍流和扩散,大气化学,大气气溶胶和其他成分,大气污染和环境评价,近地层,平流层和中间层大气物理和化学过程等。

3.气候系统科学:以气候系统理论为基础,在研究气候特征、气候变化过程中考虑地球系统五大圈层(大气圈、岩石圈、水圈、冰冻圈、生物圈)之间的能量、动量、物质的输送与交换过程和人类活动的影响。从气候系统的物理量空间和时间变化、从气候系统物理、化学、生物过程,认识各种时空尺度气候的形成和演变机理、发展气候预测和气候变化预估的理论和方法。

气候系统科学的理论基础是气象学、大气物理学、大气化学、海洋学、生态学、水文学、地理学、环境科学等。

气候系统科学研究的主要内容包括:气候系统的时空特征,气候系统各圈层之间的耦合和相互作用,极端气候事件,气候监测、诊断、重建、模拟、预测和气候变化预估,人类活动对气候的影响等。

#### **(四) 培养目标**

新时期研究生教育必须贯彻党和国家教育方针,坚持立德树人的根本任务,坚持质量第一,培养具有家国情怀和德、智、体、美、劳全面发展的高层次人才。具体为:

##### **1. 硕士培养目标:**

(1) 掌握马克思主义、毛泽东思想、邓小平理论的基本原理和习近平新时代中国特色社会主义思想,坚持四项基本原则,热爱祖国、遵纪守法、品德优良;崇尚科学、坚持真理、学风严谨,具有实事求是、不断追求、勇于创造的科学精神。

(2) 掌握本学科坚实的基础理论和系统的专业知识，大致了解本学科的发展历史、现状和学科前沿，基本上具备独立开展科学研究的能力。

(3) 较为熟练地掌握一门外国语（一般为英语），能进行听、说、读、写和国际学术交流

(4) 有健康的体魄和良好的心理素质，具有深厚的家国情怀和高度的社会责任感，成为德智体美劳全面发展的建设者和接班人。

## 2. 博士培养目标：

(1) 掌握马克思主义、毛泽东思想、邓小平理论的基本原理和习近平新时代中国特色社会主义思想，坚持四项基本原则，热爱祖国、遵纪守法，品德优良；崇尚科学、坚持真理、学风严谨，具有实事求是、不断追求、勇于创造的科学精神。

(2) 掌握本学科坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，熟知本学科的现状、发展方向和国际前沿，具有独立从事高水平科学研究工作的能力，在科学研究或技术上做出创新性的成果，

(3) 至少熟练掌握一门外国语（一般为英语），能熟悉地阅读本专业外文资料，能用外语撰写学术论文，并具有良好的听、说、读、写和国际学术交流能力。

(4) 有健康的体魄和良好的心理素质，具有深厚的家国情怀和高度的社会责任感、成为德智体美劳全面发展的建设者和接班人。

### (五) 相关学科

数学、物理学、力学、化学、计算机科学与技术、信息与通信工程、地理学、生态学、海洋科学、环境科学与工程、地质学等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获得硕士学位应掌握的基本知识

硕士生应通过本专业相关领域课程的学习和科学研究，掌握大气科学的基础理论、技术和方法，了解所研究领域的发展历史、现状和最新动态，具有扎实的数理基础，掌握数值计算的基本技能；同时，

要对相应的观测资料和有关绘图软件有充分的了解,并在导师的指导下能够开展与本学科有关的研究工作或技术工作。

## **(二) 获得硕士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

应熟悉本学科的基本理论和主攻方向的最新进展,掌握相关学科,尤其是与自己主攻方向联系密切的学科基本知识并得到一定程度的科研训练,能初步解决科学或技术问题。此外,应有一定的资料分析、理论应用等学术素养,应具有家国情怀、社会责任感、良好的团队精神,尊重他人的学术思想和研究成果,具有创新意识,崇尚实事求是的科学精神。

### **2. 学术道德**

严格遵守国家的法律法规及相关规章制度,遵守共同的学术道德规范和国家有关保密法律和规章制度,不侵犯他人知识产权,在成果署名、论著引用、数据收集和使用等方面尊重事实、尊重他人的研究成果、尊重他人的学术贡献,遵守学术规范,抵制学术腐败。

## **(三) 获得硕士学位应具备的基本学术能力**

### **1. 获取知识的能力**

能够通过课程修读、文献阅读和学术交流等方式获取自己开展学术研究所需的知识和方法。

### **2. 科学研究能力。**

能够对研究领域的成果进行客观的鉴别,汲取其中精华,能针对某一科学问题设计合理的研究方案、具有大气科学研究中的观测资料分析、理论研究、数值计算和模拟等方面的能力,能对研究过程中遇到的问题进行准确处理和分析并形成结论。此外,还应具备在大气科学学科各方向之间、大气科学与其他相关学科之间从事交叉领域研究的基本能力。

### **3. 实践能力**

能够独立开展科学研究工作,具有团队合作精神,能够与他人合作开展科学研究工作。

### **4. 学术交流能力**

应具有良好的学术表达和交流能力,能够与国内外同行进行口

头和文字上的学术交流，可以在学术会议和期刊上顺利表达学术思想，展示研究成果。

## 5.其他能力

应该热爱祖国、热爱科学事业、拥有健康的心智和正确面对学术研究中挫折和困难的能力。有良好的团队合作意识和一定的助研、助教的职业发展能力。

### （四）学位论文基本要求

#### 1.规范性要求

论文内容应立论正确，数据资料真实可靠，研究方案设计合理，数学推导严谨，文字简练，科学问题阐述清楚，具体内容应包含如下部分：

（1）摘要：为论文内容的简短陈述，说明研究工作的目的、研究方法、和主要结论。

（2）关键词：从论文中提取出来用以表示论文主题内容信息的主要术语。

（3）引言（或绪论）：对前人工作进行综合评述，说明研究工作的目的、范围、研究设想、预期结果和意义等。

（4）正文：论文的核心部分，包括研究方案、方法设计、数据资料说明、数学推导、结果分析等。

（5）结论和讨论：对论文的研究内容进行准确、完整的总结，给出主要结果和结论，指出论文研究成果的学术或实际应用价值，并提出研究中尚待解决的问题及相应的建议、设想等。

（6）参考文献。

（7）致谢。

（8）附录。

#### 2.质量要求

硕士学位论文应该在了解本研究方向国内外发展动向的基础上突出自己对所研究课题的新见解或新成果，并对本学科或实际业务工作发展工作具有一定意义，表明作者具有良好的专业理论基础和系统的学科知识，具有从事学术研究或担负专门技术工作的能力。论文内容应立论正确；数据资料真实可靠；试验设计合理；数学推导严谨；

科学问题阐述清楚，文字简练，图表规范，引文正确，写作规范，结论可信。

## **博士学位基本要求**

### **(一) 获得博士学位应掌握的基本知识和结构**

大气科学是一门交叉性很强的学科，该学科的研究生通过在本学科相关领域的课程学习和科学研究，掌握大气科学及相关领域坚实的基本理论知识、宽广的知识背景、系统深入的专业知识以及相应的技能和方法；具备坚实的数理基础和突出的数值计算能力；掌握理论研究、数值模拟和观测研究与技术相结合的研究方法，能够在大气科学及相关领域的研究中取得创新性成果。

熟练掌握至少一门外国语（一般为英语），能够熟练阅读本学科相关领域的外文资料，并具有较强的科研论文写作能力和进行国际学术交流的能力。

### **(二) 获得博士学位应具备的基本素质**

#### **1. 学术素养**

热爱祖国、崇尚科学精神，对科学研究有浓厚的兴趣，掌握大气科学学科的基本理论、基本研究方法和最新进展，具有较强的分析问题和解决问题的能力，具有创新意识和创新能力；具有海洋科学、环境科学、水文科学、计算科学、地理学、生态学以及信息技术等多学科视野和广泛的知识面以及多角度分析问题的意识与能力；具有熟练使用计算机进行数值模拟，并将数值模拟与理论分析和观测实验相结合进行分析问题和解决问题的能力；具备良好的团队精神，尊重他人的学术思想和研究方法与成果。

#### **2. 学术道德**

恪守学术道德规范，遵守国家法纪法规，遵守国家有关保密法律和规章，自觉维护知识产权，充分尊重他人的学术贡献；在科学研究过程中具备严谨的科学作风，以严肃认真、诚实守信的精神进行科研活动，以负责任的态度对待自己的科研成果，抵制弄虚作假、学术腐败、剽窃、一稿多投、不正确引用等学术不端行为，自觉维护学术

事业的神圣性、纯洁性与严肃性，主动维护科研集体的荣誉感。

### **（三）获博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识的能力**

获取知识能力是博士生完成学业的基础和保证。本学科培养的博士生应具有获取和阅读大气科学及相关学科研究方向前沿文献能力，并对文献的先进性、创新性、系统性、局限性等有一定的分析鉴别能力；掌握本学科学术研究的前沿动态，能够随时跟踪某一特定方向的发展背景和发展动态，从中获取信息可以开展与海洋科学、环境科学、水文科学、计算科学、地理学、生态学等学科的交叉研究；能够熟练地使用英语与本学科国际上的相关科研人员进行良好交流。

#### **2.学术鉴别能力**

学术鉴别能力主要包括对已有的大气科学及相关领域研究和应用成果的正确性、重要性、先进性以及理论价值和应用价值的鉴别能力。本学科博士生获得的大气科学学科知识必须达到专业化水平，能够比较准确和敏感地把握学位论文研究领域内相关热点问题，对已有研究成果进行科学的判断，特别是对论文研究领域重大的科学突破要有自己的见解，对其研究领域未来的发展趋势有良好的判断能力，对他人的成果尽可能给出正确评价，维护学术评价的客观、公正性，力求全面、准确。

#### **3.科学研究能力**

本学科博士生应具有良好的科学素质、严谨的治学态度、较强的开拓精神，善于接受新知识、提出新思路，具有提出研究领域内有重大科学意义或应用价值的研究问题的能力，围绕学位论文的研究内容能有效地提出解决问题的基本科学方法、手段及相关技术，并具有独立开展或与同行合作开展高水平研究的能力。同时具备观测资料分析、数值计算和数模拟研究的能力，具备整理、撰写、发表学术研究成果、开展学术交流活动的能力。

#### **4.学术创新能力**

创新能力是博士生获取知识、学术鉴别、学术交流以及科学研究等众多能力的综合体现。创新性能力指在所从事研究领域内的科学问题能开展创新性思考、进行创新性研究、提出新的观点，进而取得

创新性成果。包括但不限于提出新的天气和气候变化理论、新的预报预测理论和技术，改进原有的天气、气候、环境预报模式和方法；获得新的、有价值的观测数据和掌握新的观测方法；研发新的探测技术和探测仪器；对交叉学科领域或空白领域的研究有新的提高等。

### **5.学术交流能力**

学术交流是本学科博士生发现问题、开阔视野、获取知识、掌握学术前沿动态的重要途径之一，一般包括书面交流（条理清楚的写作）和口头交流（逻辑性强的学术报告等）两种。本学科博士生应当利用各种学术交流平台表达学术思想、展示学术成果。博士生在读期间应该参加本学科国内外的学术会议，并在会议上做口头或书面报告；应定期向导师做学位论文进展汇报；同时要培养和训练博士生在读期间在本学科高水平的杂志上发表学术论文的学术交流能力。

### **6.其他能力**

本学科博士生还应有崇高的理想、深厚的家国情怀、健康的心智和正确面对挫折和困难的勇气和能力，应当具备良好的团队合作能力和一定的教学或科研管理方面的职业发展能力。

## **（四）学位论文基本要求**

博士学位论文是为申请博士学位而撰写的学术论文，是评判学位申请者学术水平的主要依据。其基本要求如下：

### **1.选题与综述要求**

本学科博士学位论文要求围绕大气科学或者大气科学交叉领域的具有重大（要）科学意义或应用价值的尚未解决的科学问题开展研究，其选题应具有前沿性和重要的学术意义或应用前景，具有大气科学学科的鲜明特色。论文的综述部分应全面综合、充分述评和高度概括。对与论文研究内容相关的文献资料进行综合归纳、梳理、分析提炼，从观测事实揭示、理论研究、数值模式模拟等方面进行综合总结，既要反映研究领域的进展和国内外研究现状，又要对综述内容进行综合、分析和科学的评价，对研究领域存在的问题与不足及发展趋势提出自己的观点和见解，既要对国内外相关研究成果进行全面系统的述评，又要阐明论文研究对学术发展和业务工作的理论意义和现实意义，提出论文所要解决的具体问题及所采用的主要理论、方法和研究思路

等。

## 2.规范性要求

博士学位论文必须在导师指导下独立完成的具有创新性的学术研究工作，学位论文一般用中文撰写，论文需表达准确、条理清楚、文字通顺、格式规范、数据可靠、图表规范、结论可信。具体应包含如下部分：

(1) 摘要：包括中文摘要和英文摘要 (Abstract) 两部分。论文摘要应概括地反映出本论文的主要内容，说明本论文的主要研究目的、内容、方法、结论。要突出本论文的创造性成果或新见解。英文摘要与中文摘要内容应保持一致。留学生用其他语种撰写学位论文时，应有详细的中文摘要。

(2) 关键词：关键词是为了文献标引和检索工作，从论文中选取出来，用以表示全文主题内容信息的主要单词或术语。一般 3-5 个。

(3) 绪论：应包括选题的背景和意义，国内外相关研究成果与进展述评，本论文所要解决的科学与技术问题、所运用的主要理论和方法、基本思路和论文结构等。

(4) 正文：是论文的核心部分，它是将学习和研究过程中研究方法、试验方案设计、数据资料说明、理论推导和计算过程等经过思考判断、加工整理和分析研究，进而形成论点。

(5) 结论和讨论：结论是对整个论文主要成果的总结，应明确凝练出本研究的主要创新点，对论文的学术价值和应用价值等加以分析和评价，说明本项研究的局限性或研究中尚难解决的问题，并提出今后进一步在本研究方向进行研究工作的设想或建议。

(6) 参考文献：学位论文引用或参考、借鉴他人思想或成果之处，均应规范引用，严禁抄袭剽窃等学术不端行为。

(7) 致谢：对给予各类资助、指导和协助完成研究工作，以及提供各种对论文工作有利条件的单位及个人表示感谢。致谢应实事求是，切忌浮夸与庸俗之词。

(8) 附录：主要列入正文内过分冗长的公式推导、供查读方便所需的辅助性表格、数据图表、程序全文及实验说明等。

### 3.创新性成果要求

本学科博士生应在本领域做出创新性研究成果，本学科的博士学位论文要求面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向国民经济主战场，针对大气科学研究领域中尚未研究或未解决的科学问题开展研究，在观点、理论、研究方法等科学问题和专门技术方面提出新见解、得到新发现、实现新创造或产生新发明等，形成对本学科发展或相关业务工作具有较重要的学术意义或应用前景的创新性成果，可通过提交专利、软件著作权、高水平国内、国际会议口头报告、公开出版的学术期刊、国际同行评议等形式表现。

## 0707 海洋科学

中文名称：海洋科学

英文名称：Marine Science

编写成员：海洋科学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

海洋科学研究海洋内部的自然现象、组成性质及其变化规律，以及海洋与地球其他圈层交互作用的知识体系，以及认知、开发与利用海洋有关的技术方法体系。

海洋科学的发展史可分为早期研究与积累、奠基与形成、现代海洋科学三个阶段。

18世纪以前为海洋知识的积累与早期的观测、研究阶段。自15世纪的一系列中外航海探险活动加深了人类对全球海陆分布和海洋自然地理的了解。长期对陆地海洋地质记录的观察，一定程度上认识了洋陆的转化。

19至20世纪中叶为海洋科学的奠基与形成时期。在此时期，海洋探险逐渐转向海洋综合考察，对海洋的研究得到深化，取得了众多的研究成果，逐步形成了理论体系。这些大规模的海洋调查，不仅积累了大量的资料，而且也观测到许多新的海洋现象，还为观测方法本身的革新准备了条件。

20世纪中叶至今为现代海洋科学时期，其已经发展成为一个分支学科众多且交叉性强的科学体系。一方面是学科分化越来越细；另一方面是学科的综合化趋势又越来越明显，海洋科学各分支学科之间，海洋科学同其他科学门类之间相互渗透、相互影响，往往萌发一些新的交叉学科。目前人类社会的发展面临着资源枯竭、环境恶化及全球增暖等严重问题，探索海洋在解决该系列问题中的作用是人类社会可持续发展的关键。海洋科学的主要发展趋势是为解决这些问题提供科学和技术支撑，将主要围绕着海洋在气候系统中的作用、海洋的储碳能力、海洋酸化、海洋生态系统与生物多样性的变化、海底资源开发

与能源转型、海洋灾害预测、海洋能开发利用、海洋长期观测与预测等方面开展研究。

## **(二) 学科内涵**

### **1. 研究对象**

海洋科学的研究对象为占地球表面 71% 的海洋，包括海水、溶解和悬浮于海水中的物质、生活于海洋中的生物、海底沉积和海底岩石圈，以及海面上的大气边界层和河口海岸带，也包括陆地保存的古海洋记录。海洋科学的研究领域既包括对于海洋中的物理、化学、生物和地质过程的基础研究，也包括面向海洋资源开发利用以及海上军事活动等的应用研究。由于海洋本身的整体性、海洋中各种自然过程相互作用的复杂性和主要研究方法、手段的共同性而统一起来，使海洋科学成为一门综合性很强的科学。

### **2. 理论体系**

作为一门综合性很强的地球科学分支学科，海洋科学的理论体系既涉及支撑其分支学科的基础学科，如数学、力学、物理学、化学、生物学、地质学等，也涉及其他相关地球科学学科，如大气科学、水文科学等，加之人们越来越关注人类活动对海洋环境的影响，海洋科学的理论体系还涉及环境科学、管理科学和法学等。根据海洋科学多个研究领域的现有研究进展，结合人们对海洋关注的焦点问题，海洋科学的主要理论包括：大洋环流理论、海洋—大气相互作用理论、海洋生物地球化学循环理论、海洋生物进化理论、海洋生态系统动力学理论、板块构造与成矿作用理论、古海洋与地球气候演变理论、海洋环境保护与管理理论、海洋立体综合探测原理等。

### **3. 知识基础**

海洋科学的基础知识体系可归纳成 3 个层面：一是属于基础性科学的分支学科体系，包括物理海洋学、化学海洋学、生物海洋学、海洋地质学、环境海洋学、海洋气象学以及区域海洋学等；二是涉及应用与技术研究层面的基础知识，包括海洋地球物理学、卫星海洋学、渔场海洋学、军事海洋学、航海海洋学、海洋声学、海洋光学、海洋遥感探测技术、海洋生物技术、人工智能技术、海洋环境预报以及工程环境海洋学等；三是与海洋资源管理与开发有关的基础知识，包括

海洋资源、海洋环境功能区划、海洋法学、海洋监测与环境评价、海洋污染治理、海域管理等。

#### **4.研究方法**

海洋科学的任务是借助现场观测、实验室测试分析和理论与数值模型手段，通过分析、综合、归纳、演绎及科学抽象等方法，认识海洋的性质，揭示海洋的变化规律。海洋科学作为一门以观测为主的学科，由于其学科综合性的特点，以及研究对象所具有的复杂性、整体性及多层圈耦合的特点，使得海洋科学在相应基础学科常规研究方法的基础上，具有其自身特点的研究方法，主要可归纳为以下3个方面：（1）连续、系统、多层次、有代表性的现场观测；（2）已获观测信息的模型拓展；（3）综合性分析与整体化研究。

#### **（三）学科范围**

##### **1.物理海洋学**

物理海洋学是研究海水的各种运动形式，以及海洋的动力和热力过程及其导致的海洋中各种物理场的形成、分布和变化规律及机制的学科，是一门以观测为基础的自然科学。该学科是海洋科学中最基础性的学科，对其他学科具有不可或缺的重要支撑作用。由于海洋在气候系统中所起的重要作用，以研究海水运动为宗旨的物理海洋学近几十年来在全球变化研究中得到极大关注。

##### **2.海洋化学**

海洋化学是研究海洋中元素和物质的存在形式、分布特征、行为机理以及它们在不同界面间的迁移过程和通量，并应用这些基本特征和规律阐明和定量说明海洋中的化学过程与生物、地质和物理过程的相互作用关系，以及这些化学过程在不同时间尺度上的变异和未来的发展趋势。海洋化学还包括海水和化学资源开发和利用技术等内容，是与生物地球化学循环、全球变化、资源开发、环境保护等密切相关的科学。

##### **3.海洋生物学与生物海洋学**

海洋生物学是研究海洋生物规律的学科，研究内容主要包括海洋生命的起源和演化，生物的生长、发育、生理、生化和遗传等生命特征以及海洋生物相互关系等。生物海洋学是应用生物学手段研究海

洋规律的学科，研究内容主要包括海洋中生物的组成和多样性、生物的地理分布及其与海洋环境的关系、生物生产过程与海洋生物资源，以及海洋中生命活动又是如何对海洋环境产生影响等。海洋生物学和生物海洋学之间既有交叉，又有区别。前者主要是海洋生物个体水平上的研究，重点强调的是生物学的问题；后者强调的是将海洋与生命作为一个系统来进行研究。

#### **4.海洋地质学**

主要是以地质学、地球物理学、地球化学和海洋学基本理论和方法为基础，依托海底探测、信息处理和深海钻探等技术，研究和理解海洋与海陆交互带固体地球圈层的结构特征、物质组成、演化历史及其驱动机制，揭示其与其他地球圈层的相互作用和耦合机理，以及由此产生的资源与环境效应的科学。

#### **5.海洋气象学**

海洋气象学是研究海洋如何对天气气候现象产生影响的交叉学科，其主要研究内容包括海气界面物质和能量交换、海洋热力动力状态对天气和气候变化的影响、海水冰冻状况及海洋与大气相互作用等普适规律；研究方法包括海气现象的观测、监测和数值模拟为工具的预报预测应用出口等。

#### **6.海洋地球物理学**

通过对海底固态圈层的基本物理场(重力场、磁场、电场、应力场及热流场等)和地震波的观测与理论研究，揭示海洋中的地球物理场特征、内部结构、物质组成、演化及其动力学过程，研究海底固态圈层与水圈的相互作用和耦合机理，以及由此产生的资源和环境效应。

#### **7.河口海岸学**

以陆海过渡带为研究对象的综合交叉学科，主要包括海岸带多界面跨圈层相互作用、河口海岸带典型污染物转化及综合治理、河口海岸带生态系统演变与生态修复、河口海岸带资源保护和利用、河口海岸带信息集成与综合管理，能为海洋治理与近海经济协调发展提供坚强的理论基础、关键技术和学科补充。

#### **8.海洋数据与信息科学**

海洋大数据是海洋科学发展的重要基础，是海洋信息领域研究

的基础问题。利用新兴技术对海洋大数据进行深度挖掘，实现海洋特征的提取和海洋环境参数的预报。结合海洋学科知识，融合海洋数据智能驱动，实现海洋技术革命，而人工智能是实现海洋技术革命的核心技术。

## 9. 极地海洋学

以北冰洋、南大洋等极地和亚极地海洋为研究对象的学科，涵盖物理海洋学、海洋化学、生物海洋学等学科，与冰冻圈科学关系密切且最能体现学科特色，相关的内容包括海冰、冰间湖、冰架和冰山及其与海洋的相互作用。

## 10. 海洋技术

海洋技术是以物理学、海洋科学、信息科学、工程科学和生物技术等基础学科为理论依据，开展海洋参数探测（借助于遥感、声学 and 光电磁等技术）、海洋过程观测、海洋信息挖掘、海洋化工、海洋生物活性物质开发等技术研究和仪器研发，为海洋科学研究、海洋资源开发、海洋环境保护、海洋权益保障等提供服务和支撑。

## 11. 海洋能源与资源

以海洋能资源、海洋地质资源、海水及水化学资源、海洋生物资源、海洋空间以及海洋旅游资源等为研究对象，依托物理海洋学、海洋物理学、海洋地质学、海洋化学、海洋生物学、地球物理学、极地海洋学以及海洋信息等学科理论，开展多类型海洋能源与资源的调查和开发利用。

### （四）培养目标

#### 1. 硕士学位

掌握马克思主义基本理论、树立科学的世界观，坚持党的基本路线，热爱祖国；遵纪守法，品行端正；诚实守信，学风严谨，团结协作，具有良好的科研道德和敬业精神。应具有坚实的地球科学、海洋学的基础。掌握系统的有关海洋科学基本理论、基本知识和基本技能，了解学科现状、发展方向和国际前沿。具有从事科学研究或独立担负专门技术工作的能力，通过与其他学科交叉，能运用海洋科学知识解决多种研究及应用课题。有严谨求实的科学态度与作风。较为熟练地掌握一门外国语。可在科研院所、业务单位以及高等院校从事本

专业或相邻专业的科研、教学和业务工作。

## 2.博士学位

掌握马克思主义基本理论、树立科学的世界观，坚持党的基本路线，热爱祖国；遵纪守法，品行端正；诚实守信，学风严谨，团结协作，具有良好的科研道德和敬业精神。应具有坚实宽广的地球科学、海洋学的基础，深入系统地掌握有关海洋科学基本理论、基本知识和基本技能，了解和熟悉本学科的现状、发展方向和国际前沿。至少熟练掌握一门外国语。具有独立从事科学研究的能力，能在海洋科学领域从事创新性研究，善于通过与其他学科的交叉，熟练地解决海洋科学的各种具体问题。具备学术带头人或项目负责人的素质，能承担重要科研任务。有严谨求实的科学态度与作风。能胜任高等院校、科研院所及各行各业海洋科学教学、科研或管理工作。

### （五）相关学科

数学、物理学、力学、大气科学、化学、生物学、水产、生态学、地质学、地球物理学、环境科学与工程、地理学、电子科学与技术、计算机科学与技术、遥感科学与技术。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

海洋科学硕士生应具有较坚实的地球系统科学基础知识和海洋科学专业知识，受到独立进行科研及专门技术工作的训练，能熟练地进行实验室测试分析、现场观测或数值模拟，并能独立进行科研工作，具有承担有关专业的科研、教学、技术和业务管理工作的能力，应较为熟练地掌握一门外国语。

就专业知识而言，应围绕海洋科学的某一学科进行系统的课程学习并开展研究工作，系统掌握该学科方向的基础理论知识，能够熟练运用该方向的基本研究方法。借助学位论文的科学选题，运用已有的知识积累、理论方法和研究技术开展研究工作，并进一步加深对该

学科方向的理解。

就工具性知识而言，应具备文献调研、资料查询、现场观测、实验室实验、数值模拟、数据分析和学术交流等能力，并掌握至少一门外国语。外语知识可为硕士学位获得者提供国际学术交流、外文资料阅读之便。文献调研、资料查询和学术交流是一位硕士生必备的基本能力，可使其较快获得本学科某领域的必要资料，了解前沿学术动态。

## **(二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

硕士生应具备如下5个方面的学术素养：

(1) 形成科学正确的海洋环境观，提升社会成员对海洋作为人类在地球上最后处女地的认识水平，特别是要具有宣传普及海洋知识的责任意识，从而逐步增强我国国民海洋国土意识；

(2) 海洋科学具有高度的综合性，与许多学科具有很强的交叉性，比如物理学、化学、生物学、地质学、地理学、环境科学、大气科学、遥感科学与技术等学科，掌握广博的海洋科学各分支学科和相关学科知识是必要的，还需了解本学科的发展史和重要的研究成果；同时，在自己主攻方向上应具有深入的研究，及时掌握相关学术动态；

(3) 海洋科学是一门以观测为主的学科，应始终认识到观测在海洋科学中的重要地位，具有良好的实践能力，积极开展海洋探测应用；

(4) 始终具有使研究成果令人信服的意识；

(5) 应具有团队协作精神，特别是在现场观测研究方面，对团队协作能力要求更高。

### **2. 学术道德**

硕士生应恪守学术道德规范，遵守论文写作、学术引文、学术成果、学术评价等方面的规范，严禁以任何方式漠视、淡化、曲解乃至剽窃他人成果，杜绝篡改、假造、选择性使用实验和观测数据。遵纪守法，不违背国家各项法纪。

## **(三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

### **1. 获取知识的能力**

获取知识的能力可归纳为如下方面：

(1) 从各种文献获得相关知识和前沿学术动态的能力，应熟知本学科国内外的主流刊物；

(2) 从国内外相关研究机构获得知识的能力；

(3) 从互联网获取知识的能力。熟知公开发布海洋数据和信息的网站，熟练掌握下载数据的属性、格式和技巧等；

(4) 熟知国内外海洋信息中心，了解这些中心所拥有的海洋数据和信息并知晓如何获取这些数据和信息。

## **2.科学研究能力**

硕士生不仅应具备学习、分析和评述前人研究成果的能力，还需要掌握扎实的现场观测、实验室测试分析或数值模拟能力。

硕士生应具备从前人研究成果或生产实践中发现有价值的科学问题的能力。在发现问题的基础上，应具备解决问题的能力。解决问题的能力包括针对科学问题提出研究思路、设计技术路线以及完成研究过程的能力，并在获取观测数据、实验数据或数值模拟的基础上进行科学严谨的分析和推理，通过清晰的语言表达和逻辑严谨的归纳总结论证科学问题的解决过程。

## **3.实践能力**

硕士生应具有较强的实践能力，在开展学术研究或应用技术探索方面具有较强的本领。在学术研究方面能独立完成文献综述、开展野外和实验室工作、设计研究技术路线、分析海洋科学现象、独立撰写学位论文、独立回答同行质疑和从事学术交流。对于侧重于海洋科学应用研究的学生，还应善于将海洋科学基本理论与海洋环境保护、海洋环境预报、海洋资源开发利用和海洋防灾减灾等社会经济发展需求相结合。同时，硕士生还应当具备良好的协作精神和一定的组织能力。

## **4.学术交流能力**

硕士生应具备良好的学术表达和交流能力，善于表达学术思想、阐述研究思路和技术手段、展示自己的学术成果。学术思想的表达主要体现在运用特定的语言进行准确、清晰而富有层次的口头表达和文字表达。学术成果的展示主要体现于适时在学术期刊、学术研讨会、

科研创新活动等平台中发布自己的学术成果和技术发明。学术交流是发现问题、学习研究思路、掌握学术前沿动态、获取学术支持的重要途径之一。

## 5.其他能力

硕士生还应当具有将理论与实践相结合的能力，善于运用自己的知识和技能解决海洋科学相关的社会经济发展的实际问题和技术需求。

### （四）学位论文基本要求

硕士学位论文是作者对所研究课题取得的新成果（或新见解）的全面总结。硕士学位论文应在导师（或导师组）指导下，由硕士生本人独立完成。

#### 1.规范性要求

硕士学位论文必须在导师的指导下由本人独立完成，严禁造假和抄袭他人研究成果。硕士学位论文必须符合学术规范要求，引用的材料必须注明出处，采用合作者或他人的思想和研究成果，需要做出明确注释。

硕士学位论文一般应包含如下部分：

（1）封面。

（2）学位论文原创性声明和授权使用说明。

（3）题目：应准确概括整个论文的核心内容，简明扼要（一般不超过25个汉字，并有相应的英文翻译）。

（4）中文摘要：为论文内容的简要陈述，说明研究工作的目的、内容、方法、成果和结论。要突出论文的创新之处，语言力求精练、准确。

（5）关键词：从论文中选取出来用以表示论文主题内容信息的术语，在中文摘要的下方另起一行，论文的关键词一般为4-6个。

（6）英文摘要和关键词：英文摘要和关键词的内容应与中文摘要和关键词相对应。

（7）目录：既是论文的提纲，也是论文组成部分的小标题（可以列出二级标题）。

（8）引言（文献综述或序言、序论、导论）：应对国内外相关

研究成果进行综合评述，包括本研究的学术价值和应用前景，研究工作的目的、范围、要解决的问题，运用的主要理论和方法、基本思路和行文结构等，以及研究的设想和预期结果等。

(9) 正文：论文的核心部分，包括研究方案、实（试）验或方法设计、数据资料说明、理论推导、结果分析等。根据学科专业特点和选题情况，可以有不同的写作方式。但必须言之成理，论据可靠，严格遵循本学科国际通行的学术规范。

(10) 注释：可采用脚注或尾注的方式，按照本学科国内外通行的范式，逐一注明本文引用或参考、借用的资料数据出处及他人的研究成果和观点，严禁抄袭剽窃。

(11) 结论：对论文的研究内容给出准确、完整的结论，指出论文研究成果的学术价值或应用前景，并提出研究中尚待解决的问题及相应的建议、设想等。论文结论要明确、精炼、完整、准确，突出自己的创新性 or 新见解。应严格区分本人的研究成果与他人的科研成果的界限。

(12) 参考文献：按不同学科论文的引用规范，列于论文正文之后，其中论文作者的姓名（外文姓名拼写）、发表年代、论文题目、发表刊物、卷（期）、起始页码、终止页码等信息必须保持统一的格式。

(13) 附录：包括正文内不便列入的公式推导，论文使用的符号、缩略语等有关说明，其他对正文的必要补充等。

(14) 作者的致谢、后记或说明等一律列于论文末尾。

(15) 封底。

## **2. 质量要求**

硕士学位论文应该对所研究的课题有新见解或增加新的知识，并对本学科或实际业务工作发展具有一定意义，应能表明作者具有良好的专业理论基础和系统的学科知识，具有从事学术研究或担负专门技术工作的能力。

## **博士学位基本要求**

### **（一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构**

### 1.地球系统及海洋在其中的地位和作用

地球系统科学思想；地球的圈层结构；地球的起源、演化与地质年代；地表海陆分布的特征；海洋的划分及海洋学意义；海水的起源与演化，海洋生物对海水成分的调节作用；海洋沉积与海底的地貌形态；海洋在全球水循环中的作用；海洋在全球热平衡中的作用及对全球气候的调节；海洋在全球碳循环中的作用等。

### 2.海洋的流系、海水运动的物质输运过程及海洋物理、化学、生态要素的分布

海水的主要热学和力学性质；世界大洋的热量与水量平衡；世界大洋温度、盐度、密度的分布和水团，海洋的层化结构，上混合层和温跃层；世界大洋环流和水团分布，风生大洋环流和热盐环流，西边界流；海水的化学组成和特性；海水中营养元素的分布与变化；海洋生物的环境分区等。

### 3.海底地质过程

海底探测、观测、实验技术和信息处理、模拟方法；海底构造运动、盆地形成和演变及其资源环境效应；海底成矿作用；地球各圈层相互作用下的海洋演变；海洋沉积物“源—汇”效应；河口海岸动力地貌过程；海洋地质灾害形成过程。

### 4.海洋生物地球化学过程

海水的化学组成、化学组分的保守性和非保守性以及空间分布和时间变化中的行为和原因；海洋物质循环中的化学过程，特别是发生在海洋中界面（海—气、海—河、海水—沉积物、海水—生物体）上的化学作用；生命活动对海洋化学要素的影响；海洋化学过程与环境变化的关系，包括碳循环、生源活性气体与气候变化、营养盐及其生态效应、环境变化和物质循环研究中的主要化学示踪技术（如生物标志物、同位素、DNA 测序）等。

### 5.海洋生物多样性和海洋生态系统

海洋中发生的各种生物学现象，海洋生物各门类形态特征、分类地位，掌握海洋生物生长、发育、繁殖与遗传的基本规律；从分子、亚细胞、细胞和组织多层次交叉水平研究海洋生物的基本方法；海洋生物物种多样性和遗传多样性基本特征及其理论与方法，海洋生物时

空分布和群落结构、海洋生物食物链和生态系统等；生物多样性变化对生态系统结构与功能的影响、生物多样性对区域环境变化与全球变化的响应、人类活动对海洋生物的影响等，海洋生物生命过程与海洋生物地球化学过程的关系及海洋环境的关系。

## 6.海洋探测技术和海洋观测数据的获取

海洋探测技术和海洋观测数据的获取在学科上涉及物理学、海洋科学和计算机科学，主要研究方向包括海洋声学、海洋光学、海洋遥感和海洋信息技术。海洋探测技术和海洋观测数据的获取主要研究海洋/大气介质中的电磁波、声波传播理论，电磁波、声波与海洋相互作用规律，并以声、光、电（磁）的海洋探测为主要技术手段获取海洋环境参数，探索海洋观测的新技术和新方法，研制海洋探测的新仪器和装置，为海洋科学研究、环境保护、资源开发利用等提供高新探测技术手段。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

本一级学科博士生应具备如下方面的学术素养：

（1）形成科学正确的海洋环境观，提升社会成员对海洋的认识水平，特别是要具有宣传普及海洋知识的责任意识，从而逐步增强我国国民海洋国土意识；

（2）对海洋科学问题具有浓厚兴趣，以为海洋科学知识殿堂添砖加瓦、提升海洋科学学科发展水平的精神作为学习和研究海洋科学的旨趣；

（3）具有广博而又深入的知识结构。海洋科学具有高度的综合性，与许多学科具有很强的交叉性，比如物理学、化学、生物学、地质学、地理学、环境科学、大气科学、计算机科学、遥感科学与技术等，因而掌握广博的海洋科学各分支学科和相关学科知识是必要的，还需了解本学科的发展史和重要的研究成果；同时，在自己主攻方向上应具有深入的知识，及时掌握相关学术动态；

（4）海洋科学是一门以观测为主的学科，应始终认识到观测在海洋科学中的重要地位，培养好的实践能力，积极开展海洋观测技术研发及其应用；

(5) 由于影响海洋现象与过程的因素非常复杂，海洋观测数据具有很大的可变性和不确定性，故应多方面、多角度地论证所取得研究成果的可信性；

(6) 具有学术敏锐性。保持开阔的学术视野，关注相关学科的新方法和新技术，或可受启发，或可成他山之石；

(7) 应具有团队协作精神，特别是在现场观测研究方面对团队协作能力要求更高；

(8) 一旦选定目标，专注执着，持之以恒。

## 2. 学术道德

博士生应遵守共同的学术道德规范，遵守国家有关的法律法规和规章制度。其他方面还包括：(1) 对他人的研究成果要客观、理性、价值中立地评价，在自己的著述中明确、规范地引用他人的成果；(2) 能客观地、实事求是地说明所取得研究成果的局限性，对所提出的猜想或假说不构成支持甚至否定的数据或观测现象等也必须如实报道；(3) 在著述的署名排序上或序言等表述中，需公正客观地承认合作者的学术贡献。

### (三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1. 获取知识能力

获取知识的能力可归纳为如下方面：

(1) 从各种文献获得相关知识和前沿学术动态的能力，熟知本学科国内外的主流刊物，知晓刊物的特色，例如注重理论或观测等；

(2) 从国内外相关研究机构获得知识的能力。熟知国内外相关的研究机构，该机构中与自己主攻方向相同或相近的核心研究人员及他们以往和当前所从事的研究工作；

(3) 从国际同行获取知识的能力。知晓与自己主攻方向相同或相近的领域的国内外权威学者，能够以个人通信的方式进行咨询或了解最新研究进展；

(4) 从互联网获取知识的能力。熟知公开发布海洋数据和信息的网站，熟练掌握下载数据的属性、格式和技巧等；

(5) 熟知国内外海洋信息中心，了解这些中心所拥有的海洋数据和信息并知晓如何获取这些数据和信息；

(6) 从国内外专利数据库中获取知识的能力。

## 2. 学术鉴别能力

学术鉴别能力主要体现在如下方面：

(1) 对他人研究成果的判断能力，包括成果的可信性、科学价值和局限性，所反映的是普适性规律，还是个案研究，是否值得和可以改进，在其基础上能否有更大的突破；

(2) 对所获得数据的判断力，包括观测这些数据的方法和手段、观测误差、数据的可靠性和代表性等；

(3) 对自己主攻方向和科研选题的判断能力，包括主攻方向的发展趋势，选题在海洋科学中的地位。

## 3. 科学研究能力

海洋科学的科学研究能力包括提出有价值的科学问题的能力和解决问题的能力。提出有价值的科学问题需有三个前提：一是对已有研究成果进行梳理和判断，指出存在的问题，从中甄别出值得研究的有学术意义或应用价值的问题；二是把握海洋科学发展趋势或社会经济发展对海洋科学的实际需求；三是问题解决的途径和所需要的条件，自身的研究基础和所在研究平台拥有的条件。解决问题的能力包括：技术路线的确定，现场观测方案制定，使用和操作观测仪器，实验室实验和分析，数据获取与分析，理论分析和数值模拟，分析、综合和归纳。

博士生也应具备一定的在本研究领域组织课题和相关学术交流活动的能力。

## 4. 学术创新能力

海洋科学研究的创新性主要体现在以下方面：

- (1) 发现新的海洋观测事实；
- (2) 发展新的海洋观测方法或观测仪器；
- (3) 发展新的实验室实验方法或实验仪器；
- (4) 提出解释海洋现象的新机制或提出新的、超前的科学问题；
- (5) 建立新的海洋模型以及对已有模型进行改进；
- (6) 建立新的理论以及对已有理论进行修正；
- (7) 将以往认为没有联系的观测现象建立了联系桥梁；

- (8) 与其他学科的交叉研究；
  - (9) 在海洋环境和资源方面做出具有价值的应用研究。
- 博士生应具有以上能力或其他创新性研究的能力。

## 5.学术交流能力

参加研讨班、国内外学术会议和到相关国内外研究机构是直接进行学术交流的重要场合。博士生应熟知这些场合的社交礼仪，具备在这些场合熟练地进行学术交流、表达学术思想、展示学术成果的专业能力，包括制作引人注目的口头报告文件和学术海报的能力。博士生应知晓国内外海洋科学重要的学术会议，特别是系列学术会议，一旦取得合适的研究成果，应有积极的兴趣争取参加这些学术会议。在国内外相关的学术期刊上发表学术论文是进行学术交流的主要途径，博士生应知晓主要学术期刊的办刊宗旨、刊物特色和投稿要求等，使得所投稿件符合这些刊物的要求，加速稿件录用进程。

## 6.其他能力

作为一位海洋科学的专业人士，海上观测必不可少。博士生应掌握海洋观测的知识，具有设计海洋观测计划的能力，了解海洋观测实施过程中可能遇到的实际困难和应对方法；应具有一定的组织、联络和沟通等社交能力，以便与海洋科考船的船员和实验室工作人员，与当地的政府、居民和社会组织能够进行很好的协调与合作，圆满地完成预定观测任务。此外，还应拥有健康的心智和正确面对学术研究中的挫折和困难的能力。

## （四）学位论文基本要求

博士学位论文是作者从事科学研究取得的创造性成果的系统总结。博士学位论文应在导师（或导师组）指导下，由博士生本人独立完成。

### 1.选题与综述的要求

#### (1)选题

论文选题是博士论文的关键部分之一，问题的提出是博士生开展科学研究活动的核心。本学科博士学位论文要求围绕一个具有重大（要）科学意义或应用价值的尚未解决的科学问题开展，选题应该具有明显的前沿性和重要的学术价值或应用前景。博士学位论文的选题

须经导师（导师组）审核同意。

博士生在撰写论文之前，必须经过认真的调查研究，查阅大批的文献资料，了解主攻研究方向的历史和现状，在此基础上确定自己的学位论文研究题目，并按有关规定和程序作论文开题报告。

博士学位论文通常只能有一个主题，该主题应针对海洋科学领域中的一个具体问题展开深入系统的研究，并得出有价值的研究结论。博士论文研究选题必须客观描述，具有逻辑性。

## (2)文献综述

本学科的博士生必须能够充分利用前人在研究中所获得的知识或观点，并从前人的工作中汲取营养。文献综述应当对要进行评论的文献进行概括而不是简单引述，概括的目的不是为了对前人研究进行详细的解释，而是确保读者能够领会与当前的研究相关的前人的研究进展。对前人研究的优点、不足和贡献进行分析和评价是文献综述的一个基本方面。

博士生在对文献进行评论时，不应忽视与本研究相关的基础文献。博士论文撰写者有必要对本学科领域中最早的、最新的、最重要的文献进行系统评述，并对海洋科学中的一些重要现象、观测资料和基本概念等的短期和长期发展进程进行全面考察，以便把博士论文撰写者的当前研究置于恰当的研究背景之中。

文献综述不仅仅是一项技术性要求，描述、评价和分析前人所做的与现有的研究相关的工作，是十分重要而且必不可少的。在文献综述撰写过程中，没有正确地将一个观点或研究成果归于其原作者是学术不规范的一种表现，文献综述必须提供恰当的、准确的资料来源。

## 2.规范性要求

博士学位论文必须是一篇逻辑严密的、系统且完整的学术论文，必须在导师的指导下由本人独立完成，严禁造假和抄袭他人研究成果。博士学位论文必须符合学术规范要求，引用的材料必须注明出处，采用合作者或他人的思想和研究成果，需要做出明确注释。

博士学位论文一般应包含以下部分：

(1)封面。

(2)学位论文原创性声明和授权使用说明。

(3)题目：应准确概括整个论文的核心内容，简明扼要（一般不超过25个汉字，并有相应的英文翻译）。

(4)中文摘要：为论文内容的简要陈述，说明研究工作的目的、内容、方法、成果和结论。要突出论文的创新之处，语言力求精练、准确。

(5)关键词：从论文中选取出来用以表示论文主题内容信息的术语，在中文摘要的下方另起一行，论文的关键词一般为4-6个。

(6)英文摘要和关键词：英文摘要和关键词的内容应与中文摘要和关键词相对应。

(7)目录：既是论文的提纲，也是论文组成部分的小标题（可以列出二级标题）。

(8)引言（文献综述或序言、绪论、导论）：应对国内外相关研究成果进行综合评述，包括本研究的学术价值和应用前景，研究工作的目的、范围、要解决的问题，运用的主要理论和方法、基本思路和行文结构等，以及研究的设想和预期结果等。

(9)正文：论文的核心部分，包括研究方案、实（试）验或方法设计、数据资料说明、理论推导、结果分析等。根据学科专业特点和选题情况，可以有不同的写作方式。但必须言之成理，论据可靠，严格遵循本学科国际通行的学术规范。

(10)注释：可采用脚注或尾注的方式，按照本学科国内外通行的范式，逐一注明本文引用或参考、借用的资料数据出处及他人的研究成果和观点，严禁抄袭剽窃。

(11)结论：对论文的研究内容给出准确、完整的结论，指出论文研究成果的学术价值或应用前景，并提出研究中尚待解决的问题及相应的建议、设想等。论文结论要明确、精炼、完整、准确，突出自己的创新性 or 新见解。应严格区分本人的研究成果与他人的研究成果的界限。

(12)参考文献：按不同学科论文的引用规范，列于论文正文之后，其中论文作者的姓名（外文姓名拼写）、发表年代、论文题目、发表刊物、卷（期）、起始页码、终止页码等信息必须保持统一的格式。

(13)附录：包括正文内不便列入的公式推导，论文使用的符号、

缩略语等有关说明，其他对正文的必要补充等。

(14)作者的致谢、后记或说明等一律列于论文末尾。

(15)封底。

### 3.成果创新性要求

本学科的博士学位论文应对促进海洋科学和技术的发展进步具有重要的学术价值和应用前景。博士学位论文应是一篇由博士生独立完成的系统、完整、学术水平较高的学术论著，应针对未解决的研究问题或现有技术瓶颈，能在观测、方法、观点、理论等方面取得创新性成果，能反映作者具有坚实宽广的理论基础和系统深厚的专门知识，能表明其具有独立从事和组织科研工作的能力，即在海洋科学的理论、方法和技术等方面做出创新，推动本学科的理论发展，或对解决重大海洋工程技术问题、推动技术进步等有重要的指导意义。

博士学位论文答辩前，应以学术期刊论文、学术会议论文、学术专著、专利、研究报告、咨询报告等作品形式体现学位论文相关创新成果。

## 0708 地球物理学

中文名称：地球物理学

英文名称：Geophysics

编写成员：地球物理学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

地球物理学是一门研究地球和行星内部以及外层空间的物理场的基础学科，与物理学、地质学、力学、数学、天文学、行星科学、计算机科学、大气科学、海洋科学、环境科学等学科密切相关。地球物理学的发展大致可以划分为如下阶段：19世纪末之前以地磁场模型、万有引力定律为代表的初级阶段；19世纪末-20世纪，以地球内部结构的探索、板块构造学说的建立、磁流体力学理论的创建以及电离层、辐射带和太阳风的发现等为代表的探索发现阶段；21世纪以来以高性能计算、大数据科学和人工智能为代表的当代信息科学的发展以及深空探测等人类航天技术的进步，推动地球物理学进入的蓬勃发展阶段。

地球物理学主要的研究方向包括：地球内部圈层三维结构，地壳、地幔和地核物质成分的物理和化学性质，地球板块内部块体及多圈层耦合动力学，复杂结构的地球物理场的理论，地震孕育发生过程和地震预测理论，地球探测与信息技术，先进地球物理仪器，地球浅表结构及工程地质灾害探测，日地空间、月球及行星空间探测，太阳爆发活动的产生过程以及太阳风的传播与演化，人造卫星及空间特殊环境的利用，地磁暴、亚暴、高能粒子暴、电离层闪烁等灾害性空间天气事件的成因等。

地球物理学同时也是一门应用性很强的基础学科，它的研究成果有助于增进人类对所生息的地球及其周围空间环境的科学认识与资源利用，而且支持着众多的国民经济建设中具有重要意义的产业部门或高科技领域。例如，勘探和开发利用石油与天然气、煤田与地热资源、金属与非金属矿藏，预测与预防(或防治)诸如地震、火山、滑坡及岩爆等自然灾害，保护与监测地球生态环境，保障日地空间环境

中航天飞行安全等。今天，地球物理学已成为地球科学中最具活力的学科之一，并且与地质等诸多学科有密切联系，其研究成果对 21 世纪人类的生存与发展具有重要的影响。

## （二）学科内涵

地球物理学分为固体地球物理学和空间物理学两个二级学科，主要运用数学、物理学、信息科学等学科的基本理论和方法，通过现代科学技术手段对各种地球和行星内部以及外层空间的物理场（如地球内部的地震波场、地球电磁场、地球温度场、地球重力场、地球内部放射性物质辐射场，高空直至外层空间的中性气体、等离子体、高能粒子辐射场等）进行观测和实验，探索地球和行星内部及外部空间的介质结构、物质组成、形成和演化，研究与其相关的各种自然现象及其变化规律的学科。地球物理学的研究成果不仅有助于增进人类对地球、行星及其空间环境的科学认识，而且支持着众多的国民经济建设中具有重要意义的产业部门或高科技领域，为太空时代的人类活动提供了必要的基础。地球物理学支撑了地球能源和资源探测、防震减灾、城市地下空间探测、大型工程安全性评估等事关国家经济、社会可持续发展的重要行业的发展，也支撑了我国在深空和行星探测等世界科技前沿和国家重大战略需求领域的发展。

## （三）学科范围

地球物理学的主要二级学科包括固体地球物理学和空间物理学。

### 1. 固体地球物理学

固体地球物理学的主要研究对象是人类生息的固体地球本体，用物理学和数学的原理和方法，通过对各种地球物理场的观测，来探索地球的内部结构、形成和演化过程，研究与其相关的各种自然现象及变化规律；随着深空科学与探测技术的发展，固体地球物理学的研究范围也拓展到包括岩石行星及卫星的内部结构及其动力学的相关研究。固体地球物理学是一门应用性很强的基础学科，它的研究成果不仅有助于提高对人类所生息的地球本身的科学认识和资源的开发利用，而且还支撑着众多国民经济建设中具有重要意义的产业部门。

固体地球物理学的分支学科方向主要包括：地震学，地电学、地磁学与古地磁学，地球电磁学，重力与大地测量学，地热学，地球

内部物理学，地球动力学，海洋地球物理学，勘探地球物理学，油气地球物理学，工程地球物理学，环境与灾害地球物理学，地球物理观测技术，行星地球物理学等。

## 2.空间物理学

空间物理学用物理学的原理和方法，利用空间飞行器等直接探测工具和其他地面间接探测手段等研究空间环境中的物理过程。空间物理学也是空间科学的重要组成部分，已成为人类认识自然界和自身生存环境的前沿学科之一。它为航天活动提供了环境认识和空间资源利用的保障，与人类生存和发展有着密切的关系。

空间物理学的分支学科方向主要包括：太阳与日球层物理，磁层物理，空间等离子体物理，电离层物理与电波传播，空间天气、气候与空间环境，以及空间探测技术等。

### （四）培养目标

培养思想政治素质合格，德、智、体全面发展的地球物理学高级专门人才，适合在固体地球物理、空间物理、应用地球物理、地震、地质、矿产、防灾及航天领域的研究机构、高等院校和产业部门从事科研、教学及科学技术管理工作。

#### 1.硕士学位

具有较坚实的数理基础知识和地球物理专业知识，受到独立进行科研及专门技术工作的训练，较熟练地使用计算机及有关观测仪器，能独立地进行科研工作。能承担有关专业的科研、教学、技术和业务管理工作。较为熟练地掌握一门外国语，能阅读本专业的外文资料。

#### 2.博士学位

具有坚实的数理基础知识，广博的地球物理及相关学科的专业知识，熟练使用计算机及有关观测仪器，精通一个以上研究方向的专门知识，掌握最新的研究方法，并具有独立从事科学研究的能力，做出有创新性的研究成果。至少熟练掌握一门外国语，能熟练阅读本专业的外文资料，能用外语进行科技论文写作，具有学术交流的能力。具有成为学术骨干的能力，能胜任地球物理学相关领域的产业部门、科研机构 and 高等院校的科研、教学及管理工作。

### （五）相关学科

物理学、地质学、力学、数学、天文学、计算机科学与技术、环境科学与工程、海洋科学，大气科学。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

地球物理学是一门与物理学、地质学、力学、数学、天文学、行星科学、计算机科学、大气科学、海洋科学、环境科学等学科密切相关的基础学科。地球物理学硕士生应具有较好的地球物理学、数学、物理学方面的基础知识，具备较好的计算机应用能力，能够操作本学科相关的观测与实验仪器并能够运用相关的数据分析手段来获取有效的地球物理信息。本学科硕士生须对以下学科之一具有很好的理解：地震学，地电学，地磁与古地磁学，地球电磁学，重力与大地测量学，地热学，地球内部物理学，地球动力学，海洋地球物理学，勘探地球物理学，工程地球物理学，环境与灾害地球物理学，地球物理观测技术，行星地球物理学，太阳与日球层物理，磁层物理，空间等离子体物理，电离层物理与电波传播，空间天气，气候与空间环境，以及空间探测技术等。

本学科硕士生应具备独立文献调研、资料查询、野外工作与实验技术、数值计算、数据分析和学术交流等能力，对学科内某一门知识体系有准确的理解并能运用相关理论知识在所从事的工作领域开展科研或实践工作，能独立进行科研工作，具有承担有关专业的科研、教学、技术和业务管理工作的能力。

本科学硕士生应熟练掌握一门外国语言。

#### (二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1. 学术素养

本学科硕士生应具有较好的才智、涵养和创新精神。关心各类地球物理学现象，具有较强的理论研究兴趣、学术悟性和语言表达能力，并具备一定的学习和实践能力。能够将地球物理学理论与资源勘查、灾害预防等技术创新和生产实践结合起来思考问题，具备一定的学术洞察力、扎实地开展野外地球物理观测能力和/或掌握数值

模拟与正、反演技术、具有较好的学术潜力和创新意识。

本学科硕士生应尊重与本学科相关的知识产权,力避重复研究。遵循学术研究伦理,具有高度的社会责任感,借助学科知识服务于社会发展和文明进步。在研究论文中,要对本领域相关材料的发现者、相关观点的提出者进行明确而又准确的表述。

## **2.学术道德**

本学科硕士生应恪守学术道德规范,严禁以任何方式漠视、曲解乃至剽窃他人成果,杜绝篡改、假造、选择性使用实验和观测数据。

### **(三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识的能力**

本学科硕士生应当具备通过研究动态分析、生产实践调查、科研活动和学术交流等各种方式和渠道了解学科学术研究前沿问题,并通过系统的课程学习有效地获取研究所需知识和方法的能力。

本学科硕士生应充分了解本学科的学术研究前沿动态和生产实践需求,避免盲目选题。应在现代地球物理学理论、野外观测与室内试验以及数值计算及反演等方面打下良好的基础,在科学研究、逻辑推理等方面锻炼自己的研究能力,以使自己的学位论文得出可靠的结论。

探究研究方法的最佳途径当为认真研读前人或同行的研究成果、加强学术交流,从中体悟前辈和同行学者的研究方法,进而找到适合自己研究对象的恰当方法。

#### **2.科学研究能力**

本学科硕士生不仅应具备学习、分析和评述前人研究成果的能力,还需要掌握扎实的现代地球物理野外观测技术以及相关的仪器操作、样品采集及室内和原位物性测试等基本能力,同时需要掌握室内数据分析以及地球物理学正、反演技术。

本学科硕士生应具备从前人研究成果或生产实践中发现有价值的科学问题的能力。在发现问题的基础上,应具备解决问题的能力。解决问题的能力包括针对科学问题,提出研究思路、设计技术路线以及完成研究过程的能力,并在获取第一手数据资料的基础上进行科学、严谨的分析和推理,通过清晰的语言表达、严谨的归纳总结论证科学

问题的解决方案。

### **3.实践能力**

本学科硕士生应具有较强的实践能力，在开展学术研究或应用技术探索方面具有较强的本领。在学术研究方面能独立完成文献综述、开展野外和实验室工作、设计研究技术路线、分析地球物理学现象和实验数据所对应的地球物理学内涵、独立撰写学位论文、独立回答同行质疑和从事学术交流。对于偏重于地球物理学应用研究的硕士生，还应善于将地球物理学基本理论与生产实践、应用新技术探索等实践相结合，在资源环境的地球物理勘查等应用领域发挥重要作用。同时，本学科硕士生还应当具备良好的协作精神和一定的组织能力。

### **4.学术交流能力**

本学科硕士生应具备良好的学术表达和交流能力，善于表达学术思想、阐述研究思路和技术手段、展示自己的学术成果。学术思想的表达主要体现在运用特定的语言进行准确、清晰而富有层次的口头表达和文字表达。学术成果的展示主要体现于适时在学术期刊、学术研讨会、科研创新活动等平台中展示自己的学术成果和技术发明。学术交流是本学科硕士生发现问题、学习研究思路、掌握学术前沿动态、获取学术信息的重要途径之一。

### **5.其他能力**

除上述四个方面外，本学科硕士生还应当具有将理论与实践相结合的能力，善于运用自己的知识和技能解决地球物理学相关的社会经济发展中面临的实际问题和技术需求。因此，本学科硕士生应当积极参与地球物理学领域的科研活动或生产实践活动，并熟悉科研或生产工作的一般工作流程和执行规范。

## **（四）学位论文基本要求**

### **1.规范性要求**

本学科硕士学位论文应在导师或指导小组的指导下，由硕士生独立完成。硕士学位论文应当严格遵守学术规范，做到文献综述客观、引述准确、格式规范、参考文献列举充分、恰当，明确数据来源或观测/实验条件，并对数据的准确可靠性进行必要的验证，明确本人工作的贡献，与别人合作的部分应说明合作者的具体工作，杜绝曲解和

剽窃他人学术观点。

## 2. 质量要求

本学科的硕士学位论文应保证学术质量，在某一领域有一定的理论价值或实践价值，体现出作者具有从事科学研究工作或独立担负专门技术工作的能力。在理论价值方面，应做到选题合理、数据可靠、论述严密、表达清晰、结论正确，有一定的创新性。在实践价值方面，应在理论价值的基础上，对某种资源环境的勘探、规划、开发和利用或保护与修复有一定的指导意义。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

地球物理学是一门与物理学、地质学、力学、数学、天文学、行星科学、计算机科学、大气科学、海洋科学、环境科学等学科密切相关的基础学科。地球物理学博士生应对以下学科之一具有深刻理解并对关联学科概念具有一定了解：地震学，地电学，地磁学与古地磁学，地球电磁学，重力与大地测量学，地热学，地球内部物理学，地球动力学，海洋地球物理学，勘探地球物理学，工程地球物理学，环境与灾害地球物理学，地球物理观测技术，行星地球物理学，太阳与日球层物理，磁层物理，空间等离子体物理，电离层物理与电波传播，空间天气、气候与空间环境，以及空间探测技术等。

本学科博士生应对上述某一门知识体系有准确的理解并能运用上述相关理论知识在所从事的工作领域开展科研或实践工作。同时应具有坚实的数理基础、掌握地球物理专业知识，能熟练使用与本学科相关的观测和实验仪器以及相关的数据分析处理软件，能独立进行科研工作，具有承担有关专业的科研、教学、技术和业务管理工作的能力。

就工具性知识而言，本学科博士生应具备独立文献调研、资料查询、野外工作与实验技术、数值计算、数据分析和学术交流等能力，熟练掌握一门外国语言。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

#### 1. 学术素养

本学科博士生应具备扎实的数理基础，系统深入地学习和掌握地球物理专业知识、地球与行星及空间科学的相关学科知识，受到独立进行开拓性科学研究的基本训练，具有较好的学术潜力和强烈的创新意识，精通一个及以上研究方向的专业知识。具有较强的理论研究的兴趣、学术悟性和语言表达能力，并具备较强的学习和实践能力，对科学问题具有敏锐的洞察力和丰富的创造力。

本学科博士生应具有高度的社会责任感，借助学科知识服务于经济社会发展和促进社会文明进步。应遵循学术研究伦理，充分了解学术规范，具有科研诚信，能够开展负责任的科研行为，避免重复研究。在研究论文中，要对本领域相关材料的发现者、相关观点的提出者进行明确而又准确的表述。

## **2.学术道德**

本学科博士生应恪守学术道德规范，严禁以任何方式漠视、曲解乃至剽窃他人成果，杜绝篡改、假造、选择性使用实验和观测数据。

### **(三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识能力**

本学科博士生应通过系统的课程学习有效获得研究所需的知识和方法，并能够通过网络等工具进行文献调研和检索，通过各种学术交流和科研活动，了解地球物理学研究前沿，训练自己的科研技能，扩大视野，从而找到适合自己的研究对象和研究方法，通过完成学位论文工作获得创新性的认识。

#### **2.学术鉴别能力**

本学科博士生应具有较强的学术鉴别能力，包括对研究问题、研究过程和已有成果的评价能力。针对地球物理学的科学问题，要能够评估该科学问题的理论价值和应用意义，能够预见解决该问题对本学科和相关学科的影响以及生产实践的促进作用。

#### **3.科学研究能力**

本学科博士生须具有独立从事科研工作的能力，包括能独立地通过文献调研及学术活动提炼研究课题，选择有价值的研究目标并细化为具体的研究内容，提出可行的研究方案，并能在科研项目开展中进行团队合作；具备独立撰写学术论文和学位论文的能力，将相关的

研究成果发表在国际性的、经同行严格评审的学术期刊上，或作为主要成员申请并获得中国或国际发明专利的授权，或满足学校自主规定的对科学研究能力的相关要求。

#### **4.学术创新能力**

研究是获取新知识的过程，也是发现、辨识、解释或解决问题的过程。本学科博士生其学术论文必须体现出创新性的基本要求。能够改进地球物理学相关研究方向的观测技术和手段，提升数据分析解释能力，或者更新前人对特定科学问题的看法/观点，以解决或更新特定领域关键科学问题，

#### **5.学术交流能力**

本学科博士生应具备良好的学术表达和交流能力。善于表达学术思想，阐述研究思路和技术手段，展示自己的学术成果。学术思想的表达主要体现在清晰而富有逻辑的口头表达和文字表达。学术成果的展示主要体现于适时在学术期刊、学术研讨会、科研创新活动等平台中表述自己的研究进展或技术发明。本学科博士生应积极参与重要的学术交流活动。

#### **6.其他能力**

本学科博士生还应积极参与地球物理学领域的科研活动或生产实践活动，熟悉科研或生产实践的一般工作流程和执行规范。

### **（四）学位论文基本要求**

#### **1.选题与综述的要求**

本学科博士论文选题需要从地球物理学科特点出发，选择学科内具有重要理论基础或者应用价值的前沿领域内具有重要意义的课题，能体现学位论文的先进性和创新性。论文的选题应有充实的科研工作量。

博士论文综述应在充分调研、查阅中外相关研究文献的基础上，介绍本学科或本研究方向国内外最新研究进展及尚待解决的问题，并说明选题的科学意义和价值。

#### **2.规范性要求**

本学科的博士学位论文应当严格遵守学术规范，做到文献综述客观、引述准确、数据准确可靠、格式规范、参考文献列举充分、恰

当。要尊重他人劳动成果，杜绝漠视、曲解和剽窃他人学术观点，杜绝篡改、假造、选择性使用实验和观测数据。

学位论文应当用规范的国家通用语言文字进行撰写，明确表明论文的创新点，摘要的撰写、数据表达和科学术语的运用要符合所在培养单位制定的形式规范。

### 3.成果创新性要求

成果创新性的要求体现在选题的科学价值、研究对象的典型性和数据的可靠性、方法的适用性和先进性、结论的新颖性和独创性等方面，并对学术发展和社会经济活动有一定的意义。鉴于有价值的选题往往从根本上决定成果的创新度，故博士论文选题应当在充分调研、充分思考的基础上确定并经过不同层次的论证。同时，创新性的成果应当基于典型的研究对象，具有创新性的研究思路、先进可靠的分析技术和观测手段、准确可靠的数据分析以及严密的论证。

以基础理论研究为主的学位论文应至少提出或明显改进一个理论命题，获得2~3个创新性认识。以技术或方法创新研究为主的学位论文，对所提技术或方法必须给出可操作性描述，进行理论依据论证，给出具体的应用例证。以实际应用研究为主的学位论文，应能真正解决实际问题或为解决问题提出了关键技术方案。

## 0709 地质学

中文名称：地质学

英文名称：Geology

编写成员：地质学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

地质学是研究地球及其它行星的自然科学。地质学发端于 17 世纪后半叶。1669 年，斯泰诺提出了著名的叠覆律，奠定了现代地质学发展的科学基础。继 18 世纪水成论和火成论的大讨论之后，莱伊尔发表《地质学原理》（1830—1833），提出渐进均变的现实主义观点“将今论古”，并与居维叶提出的“灾变主义”观点（1796，1862）展开辩论，19 世纪中叶达尔文提出生物进化论，都成为影响地质学发展的基础思想。19 世纪后半叶槽台学说、造山运动论和矿物结晶学理论快速发展，大力促进了采矿业的兴起，并又带动了地质学发展。20 世纪初，地球化学和同位素地质年代学的发展，促进以槽台学说为代表的固定论与以大陆漂移说为代表的活动论及其它学说活跃发展。20 世纪 50 年代，“国际地球物理年”全球国际合作项目及后续各项全球地球科学研究计划开始执行；60 年代海底扩张学说和全球板块构造学说的兴起，完善了现代地质学的基础，并使之从静态研究发展为动态分析，突出全球性论证，推动了地质学研究的全球化；1971 年摩根提出地幔柱假说，后经多年丰富与发展，已成为与板块构造齐名的地球动力学新模式和大地构造新理论；60 年代开始的月球探测，使得地质学从以地球为唯一对象向太阳系内其它行星研究的转变，并导致行星地质学的诞生；而 70 年代以来全球变化的研究，使得地质学逐步向地球系统科学演进。多类型分析观测、分析、测试、计算等技术的发展，极大地促进了地质学研究的精细化、量化。

板块构造理论的建立，开启了人类对岩石圈内部复杂动力学过程的新探索，是地质学革命性的飞跃。板块构造理论注重地球不同圈

层之间的物质交换和能量传递，强调固体地球演化与资源分布、环境演变之间的联系，深刻影响了地质学的研究模式和学科视野。一方面，获取和分析数据的能力大幅度提高成为地质学发展的重要驱动力。高精度、原位、实时的地球物质成分和结构分析方法的完善，提高了对地球物质组成及演化历史的探究水平；大陆科学钻探和高温高压实验，以及地震层析等技术的发展，不仅使人们对地质构造和地球深部动力学的认识更为完整和精确，还直接导致层序地层学的建立和快速发展；遥感、地理信息技术和全球定位技术实现了对地壳运动、地震、火山活动的实时监测；大数据、信息科学与计算机技术使科学家能够对重要地质过程进行模拟和预测，进一步拓展了地质学家的研究范围。另一方面，生命起源与演化、地球生态系统演变以及人类活动影响下的全球变化、地球宜居性和地质灾害研究业已成为地质学面临的重大科学挑战，地质学更加关注对社会可持续发展的学科贡献，努力实现对地球系统演化的机制、趋势和未来状态的精确预测，探索矿产资源和化石能源的形成规律与探测理论，支撑碳封存等地球工程技术的理论创新和技术发展。

地质学体现开放性和交叉性，通过与相关学科广泛而深入的交叉融合不断更新，进而推动地球系统科学的发展。地质学立足于野外和现场观察的基础理论研究，既进行详尽的分科研究，也开展大跨度的学科交叉综合分析，引进数学、物理学、化学和生物学等相关学科的理论、方法，以及现代化技术，在与相关学科的深度融合中发展形成了一系列全新的研究领域和方向，包括：化学地球动力学、地球生物学、能源地质学、全球变化、古气候学、行星地质学、地质灾害与防治等。

地质学的应用性日趋增强，在生产实践和社会经济建设中具有重要意义。认识和解决人类社会所需的自然资源和环境质量要求，在社会经济建设中起到战略性先行作用。环境保护和地质资源利用必须开展各项研究，如矿产资源和能源的利用、温室气体减排与储存、城市地下空间利用、国土资源区划与管理、地下水资源与安全、地质灾害预测、荒漠化防治、深空探测与应用等，都与地质科学的研究水平和支持程度直接相关。因此，地质科学的发展关系到人类与自然和谐

共生的各个领域，是社会可持续发展不可或缺的科学基础，也是人类社会蓬勃发展的动力。

## （二）学科内涵

### 1. 研究对象

地质学是研究地球及相关天体（月球、火星、木星等）物质组成、内部结构及演化历史的学科。地质学的研究目标主要包括：（1）研究地球及类地行星形成与演化、内部物质组成与运动规律及地表响应；（2）探索地球生命起源与演化、生态演变及地球宜居性；（3）揭示地球圈层相互作用规律与模型建构；（4）揭示地球自然资源的分布格局、开发潜力及可循环利用规律；（5）阐明环境变化和地质灾害的发生机理，创新全球变化应对路径，提出人与自然和谐发展的地学方案。

地质学的研究对象是以固体地球为主体的地球系统，包括大气圈、水圈、陆圈（岩石圈、地幔、地核）和生物圈（包括人类）组成的有机整体，具体包括元素和同位素、矿物和岩石、地层和古生物、地质构造和地质作用、能源和矿产资源等。地质学研究关注地球圈层之间的能量交换和物质循环机制，在空间范围上从地核到地球外层空间，在时间尺度上从极短瞬间到长达亿年计。作为科学目标的拓展，地质学将月球、火星等类地星球也作为研究对象，以更好地理解地球过去与未来。

固体地球系统不但具有复杂的物质组成，而且在漫长的地质历史和广阔的自然空间内不断发生错综复杂的地质作用。这些作用互相联系、互相制约、互相转化，并具有显著的时空变化。空间与时间的统一是地质学的重要特点，为此，地质学研究具有较强的地域性、历史性和综合性，基于反映地质时空格局的大量可靠资料形成的地质学理论，才有广泛的适用性。

### 2. 理论体系

历经近三个世纪的发展，现代地质学基本理论和知识体系逐步完善。重要地质学理论包括板块构造理论、地球系统理论、元素分配和同位素分馏理论、地球矿物演化模型、成岩成矿理论、渐变论和灾变论、生命起源和演化理论、全球变化理论等。面对 21 世纪人类社

会高速发展和学科融合增强的趋势，地质学的理论体系仍将处于完善和变革之中，大数据驱动的科学发现与理论创新正成为地质学新的发展增长点。

### 3.知识基础

社会发展对资源、环境的需求推动地质学理论不断完善和解决问题的能力不断提升，业已形成成岩成矿理论、地球动力学、地球环境演变、地球生命起源和演化等知识基础。成岩成矿理论揭示地球的矿物岩石组成、分布和演化规律，并阐明矿产资源、油气能源、水资源的形成和分布规律；地球动力学精确描述固体地球的结构构造、板块构造运动和内外动力学过程耦合；地球环境演变理论包括沉积学、地层学、地质历史学、全球变化和地球环境地球化学等基础知识；地球生命起源和演化涵盖地球生命的起源、物种的发生和灭绝历史以及生命与环境共演化的一般规律。重要的是，地质学高度注重系统分析复杂地质现象与处理海量地质数据的能力培养，即独立获取知识能力、应用知识能力以及创新能力。

除本学科的知识发展之外，相关学科的理论和技术的发展使地质学的知识基础不断拓展和深化，包括：自然科学基础知识（数学、物理、化学、天文学、生物和生态学等）、地球科学其它学科知识（地球物理、地理、大气、海洋、测绘、地质资源、地质工程）、技术科学基础知识（计算科学与地球探测技术等）、人文社会科学基础知识（经济学、社会学、法学与管理学等）。

### 4.研究方法

本学科的特点决定了其研究工作必须包括野外调查和室内分析研究两个阶段。野外研究包括地质现象观察描述、地质填图、样品采集，以及地球物理和地球化学探测等，室内工作包括样品和数据分析及模型化、实验与理论模拟等。由于地质学研究的时间跨度大，“将今论古”是地质学研究的重要方法论。空地观测技术、科学深钻技术、高温高压实验和分子模拟方法、数值模拟、人工智能等新技术、新方法引入地质学，大数据应用技术已成为地质学未来发展的新引擎。

### （三）学科范围

地质学有8个主要二级学科：矿物学、岩石学、矿床学；地球

化学；古生物学及地层学（含古人类学）；构造地质学；第四纪地质学；水文地质学；沉积学（含古地理学）；行星地质学。

### **1.矿物学、岩石学、矿床学**

研究矿物及其天然集合体（岩石、矿石）等地球和行星物质自身的地质特征、分布规律、化学成分、结构构造及成因等，是探索地球的物质结构、形成及演化，指导相关区域地质调查及各类矿产资源寻找等的基础。

### **2.地球化学**

地质学和化学融合发展而形成的学科，研究元素（及其同位素）与化合物在地球（包括部分天体）演化历史中的分布、分配和迁移规律，揭示地球（包括部分天体）的化学组成、化学作用和化学演化。

### **3.古生物学及地层学（含古人类学）**

古生物学是研究地质历史时期的生物（含古人类）及其发生、发展的科学，是研究史前生命特征和演化历史、生命起源、古环境变迁和生物灭绝，以及地球演化历史、古气候和古环境变化等的基础性学科。古人类学是研究地质历史时期人类特征及演化的学科。地层学是研究层状岩石的层序、年代关系和特征属性，建立全球性精确对比和高分辨率的年代地层系统的学科。地球生物学是古生物学发展的新兴方向，强调地球生命与地球环境的相互作用和协同演化。

### **4.构造地质学**

以地球内、外动力地质作用形成的地质构造为研究对象，涉及从显微构造到全球构造的形态特征、形成条件与机制、分布与组合规律、发展演化历史，探讨地球动力学演化，为资源能源探查、地质灾害防治和人类生存地质环境保护提供科学依据。

### **5.第四纪地质学**

地质学、地理学等交叉发展而成，研究第四纪沉积地层、古生物、地貌与新构造、古气候等。随着全球变化研究兴起，第四纪地质学向着综合性且与环境密切结合的方向发展。它可为气候和环境预测、国土整治、环境保护、资源开发和工程建设等领域服务，并为规划人类社会可持续发展提供科学依据。

### **6.水文地质学**

研究地下水（圈）的学科，以地球系统科学理论为指导，以水和岩（土）的物理、化学、生物作用为核心，研究自然和人类作用影响下，地下水的形成与演化规律，及其在与地幔和岩石圈、生物圈、大气圈相互作用过程中的资源、环境效应，进而为合理开发利用地下水资源，实现人与自然和谐发展提供科学依据。

### **7.沉积学（含古地理学）**

由沉积岩石学、古地理学发展演化而来，研究地球表面沉积圈层内沉积物、沉积岩的物质成分、结构构造、分类及其形成作用，以及沉积环境、分布规律和形成机理等，为揭示地球沉积圈层演化历史，寻找沉积矿产资源、环境保护及地质灾害防治提供科学依据。

### **8.行星地质学**

地质学和天文学交叉发展形成的学科，主要以深空探测为手段，研究（主要是太阳系内）行星、卫星、小行星和彗星等天体的内部结构和表面环境特征及其演化规律，包括不同性质天体的结构形貌、岩浆和构造运动、表生过程等。

## **（四）培养目标**

地质学人才培养包括知识传授、能力训练和科学素养提高等多个方面，地质学学生均应掌握新时代中国特色社会主义思想基本原理，拥护中国共产党，坚持四项基本原则，具有较高精神文明素质和思想品德，具有家国情怀，恪守学术道德，具有较强的学习能力、发现和解决问题的能力、学术交流能力和团队合作精神。在地质学理论水平和实践能力方面应有明确的培养目标。

### **1.硕士学位**

对地质学专业有较强的理论研究兴趣，能较熟练运用地质学基础理论和知识，具备一定的学术洞察力，具有发现问题的能力并能针对科学问题提出解决方案，并最终实现研究目标。对于学术研究、学术规范有深刻理解，能相对独立开展野外工作或熟练掌握基本实验技术，且应表现出一定的学术研究潜力和创新意识。

### **2.博士学位**

具备扎实的野外和实验室工作能力、较好的学术潜力和强烈的创新意识，对于地质学的重要理论、核心概念及其发展历史有透彻了

解和把握，对某一领域或方向有深入研究和独特理解。对所从事学科的地质学问题具有敏锐的洞察力、准确的判断力和丰富的创造力。善于发现并解决地质学理论、区域地质学与地质资源、环境等领域的重要科学问题，并取得创新性成果。

### （五）相关学科

地球物理学、地理学、海洋科学、大气科学、生态学、测绘科学与技术、地质资源与地质工程、水利工程、石油与天然气工程、矿业工程、材料科学与工程、环境科学与工程等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

地质学是地球系统科学的核心学科之一，其基本知识体系建立在地球系统科学和数理化基础学科之上，地质学各分支学科既相互独立又交叉渗透，并与生命科学、化学、物理学、数学、信息科学以及社会科学有着紧密的结合。硕士生应在掌握地质学基本理论、基本方法的基础上，从宏观上了解地质学的发展动态和趋势，关注地质学研究的理论价值和应用潜力，在此基础上选择恰当的研究方向进行深入的研究工作。

就专业知识而言，本学科硕士生应围绕某一二级学科进行系统的课程学习并开展研究工作，系统掌握该学科方向的基础理论知识和野外工作技能，能熟练运用该方向的基本研究方法。借助学位论文的科学选题，运用已有的知识积累、理论方法和研究技术开展研究工作，并进一步加深对该学科方向的理解。

就工具性知识而言，本学科硕士生应具备文献调研、野外工作、资料查询、实验技术、地质与地球物理资料综合解释、地质数据分析和学术交流等多方面的能力，并掌握至少一门外国语。文献调研、资料查询和学术交流是硕士生必备的基本能力。野外地质工作技能是地质学硕士生最为基本的研究能力，常用的分析测试技能和数据分析方法是采集数据、获取地质信息的必要途径，是从事特定研究并获得创

新性认识的基础。

## **(二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

本学科硕士生应具有较好的地质学知识基础、学术涵养和创新精神。关心各类地质学现象和相关的生产实践活动,具有较强的理论研究兴趣、学术悟性和语言表达能力,并具备一定的学习和实践能力。能够将地质学理论与地质资源、环境相关的技术创新和生产实践结合起来思考问题,具备一定的学术洞察力、扎实的开展野外地质工作能力、较好的学术潜力和创新意识。

本学科硕士生亦应尊重与本学科相关的知识产权,力避重复研究。遵循学术研究伦理,具有高度的社会责任感,借助学科知识服务于社会发展和文明进步。在研究论文中,要对本领域相关材料的发现者、相关观点的提出者进行明确、准确表述。

### **2. 学术道德**

本学科硕士生应恪守学术道德规范,严禁以任何方式漠视、曲解乃至剽窃他人成果,杜绝篡改、伪造、选择性使用实验和观测数据。

## **(三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

### **1. 获取知识的能力**

本学科硕士生应具备通过研究动态分析、生产实践调查、科研活动和学术交流等各种方式和渠道了解学科学术研究前沿问题,并通过系统的课程学习有效获取研究所需知识和方法的能力。

本学科硕士生应了解本学科的学术研究前沿动态和生产实践需求,避免盲目选题。应在地质学理论、野外地质和实验室工作技能、地质数据分析和综合研究方法等三个方面打下良好的基础,在科学研究、逻辑推理等方面锻炼自己的研究能力,以使自己的学位论文得出可靠的结论。

探究地质研究方法的最佳途径为认真研读前人或同行的研究成果、加强学术交流,从中体悟前辈和同行学者的研究思维与方法,进而找到适合自己研究对象的恰当方法。

### **2. 科学研究能力**

本学科硕士生不仅应具备学习、分析和评述前人研究成果的能

力，还需要掌握扎实的野外地质工作技能和地质样品采集、分析测试的基本能力。

本学科硕士生应具备从前人研究成果或生产实践中发现有价值科学问题的能力。在发现问题的基础上，应具备解决问题的能力。解决问题的能力包括针对科学问题，提出研究思路、设计技术路线以及完成研究过程的能力，并在获取第一手数据资料的基础上进行科学严谨的分析和推理，通过清晰的语言表达和逻辑严谨的归纳总结论证科学问题的解决过程。

### **3.实践能力**

本学科硕士生应具有较强的实践能力，在开展学术研究或应用技术探索方面具有较强的本领。在学术研究方面能独立完成地质文献综述、开展野外和实验室工作、设计研究技术路线、分析地质现象和实验数据、独立撰写学位论文、独立回答同行质疑和从事学术交流。对于偏重于地质学应用研究的学生，还应善于将地质学基本理论与生产实践、应用新技术探索等实践相结合，在地质资源、地质环境和地质工程等应用领域发挥重要作用。本学科硕士生还应当具备良好的协作精神和一定的组织能力。

### **4.学术交流能力**

本学科硕士生应具备良好的学术表达和交流能力，善于表达学术思想、阐述研究思路和技术手段、展示自己的学术成果。学术思想的表达主要体现在运用特定的语言进行准确、清晰而富有层次的口头表达和文字表达。学术成果的展示主要体现于适时在学术期刊、学术研讨会、科研创新活动等平台中展示自己的学术成果和技术发明。学术交流是本学科硕士生发现问题、学习研究思路、掌握学术前沿动态、获取学术支持的重要途径之一。

### **5.其他能力**

除上述4个方面外，本学科硕士生还应当具有将地质学理论与实践相结合的能力，善于运用自己的知识和技能解决地质学相关的社会经济发展的实际问题和技术需求。应积极参与地质学领域的科研活动或生产实践活动，并熟悉科研或生产工作的一般工作流程和执行规范。

## **(四) 学位论文基本要求**

### **1. 规范性要求**

本学科硕士学位论文应当严格遵守学术规范，做到文献综述客观、引述准确、数据准确可靠、格式规范、参考文献列举充分、恰当，杜绝曲解和剽窃他人学术观点。应符合以下具体规范要求：

(1) 论文应有明确选题，针对性地解决一个地质学基础科学问题或应用基础问题；

(2) 论文应针对拟解决的科学问题进行有深度的文献综述；

(3) 论文要有具体的工作量，一般应包括野外地质调查、地质样品分析、地质数据分析（或计算模拟）等；

(4) 论文应对所采用的研究方法有详尽的介绍；

(5) 论文应有明确的观点以及支持该观点的数据资料；

(6) 论文表述应条理清晰无误、术语规范；

(7) 论文中的数据表达、图表和参考文献应遵循一定的规范。

### **2. 质量要求**

本学科硕士学位论文应保证学术质量，在某一领域有一定的理论价值或实用价值，体现作者具有从事科学研究工作或独立承担专门技术工作的能力。在理论价值方面，应做到选题合理、数据可靠、论述严密、表达清晰、结论正确，有一定创新性。在应用价值方面，应在理论价值的基础上，对某种地质资源的勘探、开发和利用或地质环境的保护或修复具有一定指导意义。

## **博士学位基本要求**

### **(一) 获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构**

地质学可以划分为成岩成矿理论、地球动力学、地球环境演变、地球生命起源和演化等若干知识体系。本学科博士生应对理论体系有准确理解并能运用上述理论概念开展工作，并应熟练掌握地质学及相关学科的研究方法。

1. 成岩成矿理论。矿物岩石是固体地球和类地行星的基本组成单元，元素的分异、迁移和富集作用是通过复杂的矿物—流体反应、

矿物相变、岩石熔融和岩浆结晶等地质过程实现的，造就了固体地球现今的层圈结构、矿产资源分布和复杂的地质结构。因此，成岩成矿理论是认识地球物质组成、分布和演化的基础理论，是矿物学、岩石学、矿床学、地球化学、水文地质学、沉积学和构造地质学等的主要理论基础和研究内容，涉及矿物晶体化学、岩浆作用、变质作用、沉积作用、表生作用、地质流体作用、成矿（藏）作用、元素地球化学循环、同位素地球化学和地质年代学、有机地球化学等广泛的内容，并面向社会需求发展形成了油气地质学、核能地质学、经济地质学等学科方向。

2.地球动力学。地球动力学是描述地质作用过程及其机制的重要科学，在地质学中居中心地位。大陆地球动力学和深部地球动力学是地质学研究的主要内容，板块构造理论是地球动力学的核心理论，既是描述全球地质构造的基础理论，也是刻画和解释区域地质特征的理论依据。地球动力学过程还耦合着化学动力学过程，是决定矿物、岩石、矿产资源和能源分布的根本原因。地球动力学是构造地质学的主要研究内容，涉及板块构造、层圈相互作用、深部过程、区域构造、构造变形、沉积作用、盆山构造、地震、成岩成矿成藏过程等广泛内容。

3.地球生命起源与演化。地球生命是地球有别于其他行星的关键特征，地球生命起源和演化是地质学研究的重要内容。地球生命起源是早期地球演化的最重要事件之一，生命演化又一直与地球环境的演变密切相关。地球生物演化史上的大辐射和大灭绝和地球环境的演变密不可分。地质学家可通过古生物研究，确定地层的地质年代和古环境、古地理和古气候；地质记录所反映的地球环境演变还是解释地球生态系统发生重大转换的关键依据。地球生命起源与演化研究涉及物种起源、生命进化、生物辐射与灭绝、沉积环境和沉积相、层序地层、全球变化、生物标志化合物等广泛内容。近年来，地球生物学、地质微生物学、行星生物学等前沿方向兴起发展。

4.地球环境演变。研究地球环境的演变历史不仅可使我们了解地球过去，而且有助于认识未来地球环境发展趋势和影响因素，是地质学与人类社会发展密切相关的学科方向。第四纪地质学、古生物

学与地层学等学科以地球环境演变为主要研究内容，包括全球变化、环境地质学、环境地球化学、地球化学循环、灾害地质学、古生物和地层学、地貌学等，对人地关系的关注是本方向的核心内容。

5.地质实践和方法学。本学科博士生应熟练掌握野外地质工作技能与方法，并熟悉岩矿化石鉴定、地质年代学、地球物理数据解释、元素和同位素地球化学、微区分析技术等基本分析测试方法的工作原理和操作流程，并具有解决与矿产资源勘探、评价和开发有关的各种基础应用问题的分析和处理能力。

掌握完备的地质学知识体系是博士生进行创新研究和从事应用技术研发的必要基础。博士生应具备在研究领域内独立进行创新性研究的能力，对地质学的主要知识体系应有深刻的理解和较强的知识运用能力，并能在研究方向甚至地质学相邻学科间探索开展跨学科研究工作。

系统的地质学知识结构和深刻的学科理解还是博士生从复杂的地质现象中发现科学问题、提高科学洞察力的保证，发现有价值、有影响力的关键科学问题，结合地质问题和实验条件制订合理的研究方案和技术路线，并能在解决问题的过程中发现新的问题、提出新思路，还能有意识地将自己的科研成果应用于更为广泛的学科领域。

对地质学主要研究方法的了解和应用能力是博士生顺利开展研究工作并取得可靠数据的保障，尤其是对新技术、新方法的学习和应用能力更是促进原创性科研工作的重要途径。与此同时，野外工作是地质学研究的特色方法，地质学理论知识是博士生能够在野外发现新现象、提出新问题的基础，扎实的野外地质工作技能是获得可靠样品和科学数据的关键。

## **（二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质**

### **1.学术素养**

博士生应拥有热爱大自然、热爱地质事业的初心，具备扎实的野外地质工作能力、较好的学术潜力和强烈的创新意识。崇尚理论创新、敏锐学术感知和较强语言表达能力，善于将地质学理论与地质资源、环境相关的技术创新和生产实践结合起来思考问题。

博士生应具有高度的社会责任感，通过地质理论的应用或地质

问题的研究服务于社会发展和文明进步。应遵循学术研究伦理和学术规范，坚守科研诚信，能够开展负责任的科研行为。地质学研究特别是野外地质工作一般需要团队合作，要求具有一定的组织能力和良好的团队精神。在研究论文中，要对本领域相关材料的发现者、相关观点的提出者进行明确和准确表述。

## **2.学术道德**

地质学研究应敬畏野外现象和原始资料，恪守学术道德规范，严禁以任何方式漠视、曲解乃至剽窃他人成果，杜绝篡改、假造、选择性使用实验和观测数据。

### **(三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识能力**

本学科博士生应当具备通过课程学习、学术交流和科研活动有效获取研究地质学知识和方法的能力，具备通过文献调研、生产实践调查、科研活动和学术交流等方式了解前沿科学问题的能力。本学科博士生应具从相邻学科汲取知识的能力，与所学内容融会贯通。

本学科博士生应能充分利用网络信息和重要的科技文献数据库，熟练掌握文献检索技能并具备完成高水平文献综述的能力。通过各种学术交流平台和科研合作活动训练野外地质工作和常用地球物理资料解释的技能，学习先进的实验和分析测试方法，掌握地质数据的科学分析方法和常用的科研软件。

#### **2.学术鉴别能力**

本学科博士生应具有较强的学术鉴别能力，包括对地质学问题、研究过程和已有成果的评价能力。具备对科学发现的敏锐分析能力，针对地质学的科学问题，要能够评估该科学问题的理论意义和应用价值，能够预见解决该问题对本学科和相邻学科的影响以及生产实践的促进作用。具备对复杂问题的综合分析能力，判别野外地质调查、样品采集和处理的规范性和科学性，对可能涉及的分析测试技术的工作原理、分析流程、应用的局限性等有全面的了解。不仅能合理认识前人研究成果的科学价值，也能认识其研究过程和成果的局限性，即既要做到尊重前人工作，又要勇于质疑。善于从研究过程中发现新的科学问题并有选择地开展研究。

### 3.科学研究能力

地质现象丰富多彩，地质科学的实践应用广泛多样，制约地质学理论发展和实践应用的科学问题多种多样，如何从前人的研究进展和生产实践的理论需求中选择并界定研究课题是本学科博士生必须具备的能力。

博士生应具备独立开展高水平研究的能力，包括独立完成文献调研、资料收集、独立思考、野外地质工作、地球物理地质解释、样品的测试分析、实验设计和开展、实验数据处理和结果分析、总结归纳、独立撰写学术论文和学位论文、独立回答同行质疑等。在独立完成研究的同时，还应当具备较强的研究计划制订和执行能力、团队合作能力和组织协调能力。在成果发表和科学传播过程中能够严格遵循学术规范。

### 4.学术创新能力

本学科博士生应具备在地质学研究领域内开展创新性思考、进行创新性研究并取得创新性成果的能力。创新性研究主要是指：理论创新，建立并论证地质学新理论；方法创新，通过分析大量数据，独辟蹊径，从独特的角度认识复杂的地质现象；研究范式创新，形成与地质学传统研究路径不同的研究范式，并能应用于具体研究。创新性成果是指在所从事的研究领域内，对解决关键科学问题或解决地质学领域实践中存在的重要理论问题具有重要贡献。

### 5.学术交流能力

本学科博士生应具备良好的学术表达和国内外学术交流合作的能力。应善于表达学术思想、阐述研究思路和技术手段、展示自己的学术成果，能运用地质学专业术语进行准确、清晰而富有逻辑的口头表达和文字表达。学术成果主要体现于在学术期刊、学术研讨会、科研创新活动等展示自己的研究进展和技术发明。学术交流是发现问题、学习研究思路、掌握学术前沿动态、获取学术支持的重要途径之一，本学科博士生应积极参与重要的学术交流活动。

### 6.其他能力

除上述5个方面外，本学科博士生还应具有提出科学问题、针对科学问题设计研究计划的能力，应积极参与地质学领域的科研活动

或生产实践活动，并熟悉科研或生产实践的一般工作流程和执行规范。

#### **(四) 学位论文基本要求**

##### **1. 选题与综述的要求**

博士学位论文选题需要从地质学特点出发，体现地质学领域的前沿性与先进性，或与地质资源能源或地质环境等国民经济建设重大课题相结合。可着眼于地质学基础理论研究，或着眼于应用理论研究，也可将二者有机结合进行研究。

文献综述是保证论文原创性的基础。合格的文献综述应能反映所选课题的研究历史和发展阶段，客观、准确评述前人研究成果，能发现已有成果的局限，提出亟待解决的关键科学问题，并由此出发合理导入自己的研究选题。文献综述要注意信息的全面性、代表性，应兼顾国内外的进展，尤其要重视最近5年内的研究进展。

综述应涵盖如下内容：(1) 研究领域的国内外研究现状；(2) 研究问题的学科背景、理论意义或应用前景；(3) 研究问题的阶段性进展和常用的研究方法；(4) 尚未解决的关键科学问题及其难点；(5) 研究思路、目标以及技术路线等。

##### **2. 规范性要求**

本学科博士学位论文应严格遵守学术规范，做到文献综述客观、引述准确、数据准确可靠、格式规范、参考文献列举充分、恰当，杜绝曲解和剽窃他人学术观点。

学位论文应用规范的语言进行撰写，明确表明论文的创新点，摘要撰写、数据表达和科学术语运用要符合所在培养单位制定的形式规范。学位论文中的图件应采用国家标准地理地图或地质图为底图，岩石矿物的定名应遵循通用命名原则，实验室分析方法应依规范介绍样品制备方法、仪器条件、标样选择和误差等，分析数据应保留到分析方法或仪器检测限的最小有效位数，对惯用缩略语的应用要有解释。

##### **3. 成果创新性要求**

成果创新性的要求体现在选题的科学价值、研究对象的典型性和数据的可靠性、研究思路和方法的适用性和先进性、结论的新颖性和独创性等方面，并对学术发展和矿产资源开发或地质工程建设等有一定的意义。鉴于有价值的选题往往从根本上决定着成果的创新度，

博士论文选题应当在充分调研、充分思考的基础上确定并经过不同层次的论证。同时，创新性的成果应当基于典型的研究对象，具有创新性的研究思路、先进可靠的分析技术和观测手段、准确可靠的分析数据以及严密的论证。

以基础理论研究为主的学位论文，应至少针对一个理论命题，获得创新性认识，推动地质学理论研究的发展，或查明区域性地质问题，或解决具体的地质与矿产资源领域的应用基础问题。以技术或方法创新研究为主的学位论文，对所提技术或方法必须给出可操作性描述，进行理论依据论证，给出具体的应用例证。以实际应用研究为主的学位论文，应能真正解决实际问题或为解决问题提出关键技术方案。

## 0709 生物学

中文名称：生物学

英文名称：Biology

编写成员：生物学、生物工程学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

生物学是人类在对生存环境和自身认识的长期积累中，逐渐建立和发展起来的一门古老学科，与医学、农学有着密不可分的联系。特别是在今天，人类社会生存和发展面临的诸多难题以及相关支持学科的发展都更加凸显了生物学的重要性，同时也极大地推动了生物学的迅速发展。

生物学的发展大致可分为3个阶段：

1.19世纪以及更早的时期，是以形态描述为主的时期。

2.19世纪至20世纪中叶，进入了实验生物学时期，生物学建立并得到长足发展。

3.20世纪50年代以来，由于分子生物学的兴起，进入了快速发展的现代生物学时期。

生物学的起源通常追溯到古希腊，特别是哲学家亚里士多德的贡献。他对动物分类与解剖的工作，被看作是最早的、系统性的生物学研究。17至18世纪，生物学最早的分支——植物学和动物学逐渐形成专门的学科，1735年林奈建立的用于分类的“双名法”沿用至今。而生物学作为一个独立的学科概念则出现于19世纪。

19世纪至20世纪中叶，是生物学建立和快速发展的时期。借助于显微镜的发明和应用，施莱登与施旺于1838年至1839年间提出了细胞学说，展示了生物界的同一性；1859年达尔文的进化论解释了生物的多样性；1866年孟德尔遗传学说和随后的摩尔根基因学说揭示了生物的遗传规律。正是细胞学说、进化论和遗传学说的建立奠定了现代生物学的基础。

1953年，Watson和Crick建立了DNA分子双螺旋结构模型，标志着分子生物学这一新兴学科的问世，人们得以从分子水平上阐明生

命活动的规律。分子生物学一经建立便强有力地影响并渗入到生物学的几乎各个学科领域，不仅产生了分子遗传学等新的学科，而且极大地改变了整个生物学的面貌。分子生物学同样对医学和农学实践也产生了巨大影响，出现了从分子层面理解发病机制的现代医学和以基因操作为基础的新兴生物技术产业。这一时期的突出特点是物理学、化学的理念和技术成就密切地与生物学相结合，并日益成为生物学快速发展的动力。

20世纪90年代以来，DNA测序技术、生物芯片技术、质谱技术和生物信息学的快速发展以及基因打靶技术的广泛应用，促进了功能基因组学、蛋白质组学和代谢组学等“组学”的兴起，人们能够“认识”并能以实验手段加以研究的基因和蛋白质的种类有了爆炸性的增加，从而也使得过去相对孤立的功能基因、调控因子或信号通路的研究，日益趋于迅速细化的网络式系统研究。而生物学自身也成为一门学科综合性很强的前沿学科。

从1953年DNA双螺旋模型的建立至2003年人类基因组计划的完成，分子生物学从建立发展为现代生物学重要根基之一。而多莉羊的诞生、人胚胎干细胞的建系和诱导性多潜能干细胞技术的建立等，是生物学研究在细胞乃至整体水平上成功运用分子生物学技术的重要标志，推动生物学进入全新发展阶段。其特点是：以细胞及其社会、特别是生物活体为研究对象；以细胞信号调控网络为研究重点；以在多层次上特别是纳米尺度上揭示生命活动本质为研究目标；多领域、多学科的交叉研究成为生物学研究的主要特征。总的特点是覆盖从生命活动的静态分析到动态综合。

可以预见，21世纪的生物学不仅在揭示生命本质方面将会出现重大突破，也将能为了人类的需要而改造生物，必将在解决人类健康、能源、粮食和环境等诸多领域发挥更加重要的作用。

## （二）学科内涵

生物学是研究生命系统各个层次的种类、结构、功能、行为、发育和起源进化，以及生物与周围环境的关系等的科学。近年来许多科学家更倾向于称其为“生命科学”，以体现所研究的对象从实体存在的“生物”向生命现象的本质、生命活动的规律及其内在机制的拓

展和深化。所以它的研究对象可以依据生物类型、生物结构和生命运动的层次、生物功能的类型，以及主要研究的手段等加以划分。如按照生物类型，可分为动物学、植物学、微生物学、水生生物学、古生物学等；按照生物结构和生命运动的层次，分为分类学、解剖学、组织学、细胞生物学、分子生物学等；按照生物功能的类型，分为生理学、免疫学、遗传学、发育生物学、神经生物学、干细胞生物学等；按照研究的手段分为合成生物学、生物信息与计算生物学等。此外，由于生物学学科内外的交叉还产生出生物化学、化学生物学、生物物理学、肿瘤生物学等。总之，研究内容的细化以及相互交融和新老学科的代谢，一直是一个不断发展变化的过程。值得提出的是，近年来基因组学、蛋白质组学和代谢组学等“组学”的迅速发展，使学科逐渐细分的进程出现了综合和系统化的新动态，系统生物学初现端倪。

在生物学方面被广泛认同甚至成为学科基础的主要理论包括：生物进化论、细胞学说、遗传定律、中心法则（包括近年关于表观遗传和非编码 RNA 调控等重要发展）、普列高津耗散结构理论（将生命看作自组织化系统的理论）等。

生命活动作为一种物质运动的高级形态有其自身的规律，同时又包含并遵循物理、化学等更基本的物质运动规律。因此，生物学研究要求有普通物理学、化学（特别是有机化学）、数学（包括统计学），以及地学等知识基础。

在生物学的发展史上，观察描述的方法、比较的方法和实验的方法等依次兴起，成为一定时期的主要研究手段。现在，生物学研究方法正向着精密、定量、实时、多参数多层次结合、精确深度干预，以及数学模型研究等方向迅速发展。

从 17 世纪近代自然科学发展的早期到现在，观察和比较都是生物学研究的重要方法，迄今仍是其他方法的重要基础。观察方法的进步，包括各种光学显微镜、电子显微镜、原子力显微镜以及三维成像、活体观察等都极大地提升了生物学观察的范围和能力。同时，借助质谱、X 光衍射、光学 CT 等物理或化学手段，对生物样品的结构与成份的分析，从定性到定量，也是生物学研究方法的重要发展。

实验方法是指人为地干预、控制所研究的对象或过程以及实验

所需的环境条件,并通过这种干预和控制所造成的效应来研究对象的某种属性,尤其是阐明和验证生命活动的内在机制。化学和物理等学科的发展,提供了日益多样和有效的干预手段。例如定点突变、基因敲除、药物干预等实验方法都极大地推动了绝大多数生物学领域的发展。

随着基因组计划和生物信息学的发展,系统研究方法(如高通量生物技术和生物计算机软件的设计应用等)被广泛关注和采用。生物学的研究明显地开始超越过去相对割裂和孤立的局限性,更加趋近对生命复杂系统过程和本质的理解。

### (三) 学科范围

生物学一级学科设有 14 个二级学科。

**1.动物学:** 是研究动物生存和发展规律的学科,是生物学传统基础学科之一。动物学以真核单细胞的原生动物和多细胞的后生动物为研究对象,采用宏观和微观的生物学方法从不同层次上研究动物的形态结构与分类、系统发生与演化,生理机能、生殖发育与遗传,行为、生态、与环境之间的相互作用等基础理论问题,以及与动物相关的应用问题。动物学理论内容广博,离不开细胞生物学、生物化学与分子生物学、遗传学、发育生物学、生理学等二级学科的知识和技术,与农、林、牧、渔、医及人类生活等多方面实践联系密切。

**2.植物学:** 是研究整个植物界从群落、个体到细胞、基因,从宏观到微观的各层次生命现象、活动规律、演化及其与环境相互作用的学科。植物学研究内容包括植物的起源与演化、形态与分类、细胞分化与器官形成、生长发育与衰老、性别发生与生殖调控、光合作用、共生与固氮、水分和养分吸收利用、有机物质的合成与储藏、激素和生长调节物质的合成与调控、次生代谢与植物化学、抗病耐逆生理、区系地理与种群变异、生态系统与全球变化生态学、外来种入侵与濒危物种保护、野生种的驯化与利用等。植物学研究离不开细胞生物学、生物化学与分子生物学、遗传学、微生物学、生物信息与计算生物学等二级学科的知识和技术,与农、林、牧、医药、生态与环境、轻工业等应用科学联系密切。

**3.微生物学:** 是在分子、细胞或群体水平上研究微小生物(病

毒、细菌、真菌等)生命活动规律及其与自然环境关系的学科。微生物学研究内容包括微生物的形态结构、生长繁殖、生理生化、遗传变异、进化分类等生命活动规律及与其他微生物之间、与动植物之间及外界环境之间的相互关系。微生物学相关理论和技术在农业、医疗卫生、环境保护、食品和药品生产等各个领域发挥着越来越重要的作用,尤其是近年来微生物菌群与人类健康的关系,以微生物为主要对象开展的合成生物学研究,已成为生命科学新的重要研究领域。微生物学与动物学、植物学、生物化学与分子生物学等二级学科联系密切。

**4.水生生物学:** 是研究水域环境中生命现象和生命过程及其与环境因子间相互关系的学科。水生生物学研究区域包括淡水、咸水、海水等不同水域。现代水生生物学整合宏观和微观的手段,从分子、细胞、个体、种群、群落、生态系统和流域等不同层次,研究水生生物的种类、组成、遗传、生理、生态系统的结构、功能和演化规律以及资源的保护和利用对策。水生生物学与细胞生物学、遗传学、生理学、进化生物学等二级学科联系密切。

**5.生物化学与分子生物学:** 是研究生物有机体生物分子的结构与功能、生命过程的化学变化,以及机体信息分子传递机制的学科。分子生物学是在生物化学基础上发展起来的,在分子水平上研究生命现象的物质基础和生命过程基本活动规律,特别是生物有机体的基因组结构、基因表达调控规律、核酸与蛋白质的相互作用等。生物化学与分子生物学共同构成了现代生命科学的基础理论和研究方法,并为医学研究与医药产业等提供重要的生物技术指导。生物化学与分子生物学为生物学各二级学科提供共同的分子基础。

**6.细胞生物学:** 是在细胞层面理解生命现象及其调控规律的学科。细胞生物学在细胞、亚细胞和分子水平上研究细胞的结构与功能、以及细胞增殖、分化、衰老、死亡、细胞间通讯、细胞起源与进化等重要生命活动。细胞是生命活动的基本结构和功能单位,对细胞的结构与功能、重大生命活动及其分子机制的研究一直是生物学研究的关键领域,有助于从本质上揭示生命的奥妙,对发展疾病诊治策略、改善人类健康意义重大。细胞生物学是发育生物学、生理学、神经生物学、干细胞生物学等二级学科的重要基础,同时也是生物化学与分子

生物学、生物物理学等二级学科理解生命现象和规律的提升。

**7.遗传学：**是研究生物的遗传与变异的学科。基因是遗传的基本单位。通过对基因表达、调控及其变异规律的研究，探索遗传物质及遗传信息的本质及其传递规律和调控机制。遗传学按照研究层次、对象及应用等分为多个分支，如分子遗传学、细胞遗传学、发育遗传学、群体遗传学、医学遗传学等。遗传学不仅是生命科学重要的基础学科之一，也为生物工程、医学、农学、生态和环境保护等应用学科提供重要理论支撑。遗传学与动物学、植物学、微生物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学等二级学科联系密切。

**8.发育生物学：**是研究多细胞生物个体形态建成及其发育编程机制的学科。发育生物学研究内容包括精子和卵子发生、受精、胚胎发育、组织器官形成及其稳态维持等。发育生物学为动植物人工繁育、组织器官培养和再生医学等应用技术产业发展提供理论基础，对医学、农学等应用学科有重要启示和推动作用，是近年来生命科学最活跃的研究领域之一。发育生物学研究内容和方法与生物化学与分子生物学、细胞生物学、遗传学、干细胞生物学等二级学科密切交叉渗透，是当今生命科学多分支发展的策源地和汇集点。

**9.生理学：**是研究生物体功能活动规律及其调控机制的学科。生理学在整体、器官、组织、细胞和分子水平不同层次上研究生命体的生理功能、调控机制及其整合原理，尤其强调机体各器官的功能调控及各系统间相互联系、协调如何维持机体内环境稳态和健康。近年来，随着生物电子技术、超微量测定及各种组学等新技术的广泛应用，生理学研究日益趋于微观深入的网络式系统研究。生理学是一门经典的实验性科学，与生物化学与分子生物学、细胞生物学、生物物理学等二级学科密切交叉渗透，其中人体生理学是医学的重要基础学科之一。

**10.神经生物学：**是研究神经系统的结构、功能、发育及病理规律的学科。神经系统是生物体内最复杂的系统，揭示神经系统活动规律、探寻神经系统疾病防治手段是当今自然科学的重大挑战。近年神经生物学研究不断扩展和深入，从传统的感知、运动控制、认知、神经精神疾病等问题，到语言、情感、意识、社会行为等方面都有涉及，

成为近年生物学研究中最具挑战性和最激动人心的研究领域之一。神经生物学与动物学、细胞生物学、发育生物学、生理学、遗传学、生物物理学等二级学科联系密切。

**11.生物物理学：**是物理学与生物学相结合的一门交叉学科，主要通过研究生物体的物理特性及物质在生命活动过程中表现的物理特性来探索生命现象本质及其规律。生物物理学研究内容覆盖从分子、生物个体到生态系统的各个层次，与生物化学与分子生物学、细胞生物学、生理学、生物工程等密切交叉渗透，旨在阐明生命过程在一定的空间、时间内有关物质、能量与信息的定量运动和演化规律。生物物理学与生物化学、分子生物学、细胞生物学、生理学等二级学科联系密切。

**12.生物信息与计算生物学：**是研究生物信息的采集、储存、检索和分析，进而揭示生物系统活动规律的学科。随着基因组测序及多组学等产生的海量生物信息，以及计算机科学技术和机器学习算法的迅猛发展，生物信息与计算生物学应运而生。它以生物大数据为研究对象，以计算机为主要研究工具，通过构建数据库和模型，研发算法和计算机软件，对大量而复杂的原始数据进行存储、管理、比较、分析，从中获取具有明确意义的生物信息，为揭示生命奥秘、疾病诊治等提供新线索和重要依据。生物信息与计算生物学与生物化学与分子生物学、遗传学、进化生物学等二级学科联系密切。

**13.干细胞生物学：**是阐明干细胞干性维持、向其他类型细胞分化及已分化细胞重编程等基本规律，进而推动再生医学应用的新兴、前沿学科。干细胞是一类具有自我更新和分化潜能的未分化细胞，能够产生多种功能细胞，机体通过干细胞的分化实现生长、发育及组织细胞的更新及稳态。广义下干细胞包括胚胎干细胞、组织器官中的多能干细胞（例如造血干细胞、间充质干细胞）、以及各种祖细胞等。近年干细胞研究领域取得多项重要突破，体细胞重编程诱导多能干细胞、成体干细胞三维培养建立类器官技术，成功解决了相关临床应用的免疫排斥和医学伦理问题，为疾病治疗、组织器官再生修复、抗衰老等重大生命科学问题带来新的曙光。干细胞生物学与动物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学等二级学科联系密切。

**14.进化生物学：**是研究生命的本质、起源、演变规律和机制的经典学科。对于生命产生和演变的认识，进化论是目前整个生命科学中最具共识性和统领性的理论和思想。生物分类学和系统学是进化生物学的重要基础。进化生物学包括宏观进化和微观进化：宏观进化是长时间尺度、纲或目以上的进化改变；微观进化是相对短时间尺度在某一物种种内群体间或近源种间差异形成的进化过程。随着生物技术的革命性进展，进化生物学研究已全面进入了组学时代。又因生物信息与计算生物学的发展，进化生物学研究成为理论研究、数学建模、计算分析和实验研究有机结合的典范。近年来，进化生物学的理论、原理、思路和方法已经渗入到生理学、发育生物学、神经生物学等二级学科。也为地球科学、环境科学、医学等学科的发展提供重要理论指导和技术推动。

#### **（四）培养目标**

**1.硕士学位：**具备较强的思想政治素养。对从事的研究方向及相关学科知识体系有广泛了解，相关知识包括动物学、植物学、微生物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学、生理学、生态学、遗传与演化等核心生物学内容及数学、物理学和化学等其他相关学科的基本理论知识。对所从事研究领域有比较系统的了解。熟悉相关学科的文献，并掌握其主要进展。有能力获得在该学科特定领域开展工作所需的背景知识和基本技能。能够在社会不同部门承担与生命科学相关的研发与管理工作。

**2.博士学位：**具备较强的思想政治素养。对从事的研究方向及相关学科有广泛而系统的知识体系，并理解这些体系的核心概念。相关知识体系包括动物学、植物学、微生物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学、生理学、生态学、遗传与演化等核心生物学内容及数学、物理学和化学等其他相关学科的基本理论知识。对所从事研究领域的历史与现状有全面系统的掌握。熟悉特定生物学科的文献，随时掌握其主要进展。有能力获得在该学科特定领域开展探索性研究所需要的背景知识和基本技能。能够在社会不同部门，特别是在生命科学相关的教学、研究和应用开发部门独立承担开拓性的工作。

#### **（五）相关学科**

生物工程、生态学、数学、物理学、化学、哲学、心理学、考古学、海洋科学、系统科学、统计学、仪器科学与技术、计算机科学与技术、化学工程与技术、农业工程、林业工程、生物医学工程、食品科学与工程、生物工程、作物学、园艺学、农业资源与环境、植物保护、畜牧学、兽医学、林学、水产、草学、基础医学、临床医学、口腔医学、公共卫生与预防医学、中医学、中西医结合、药学、中药学、管理科学与工程、农林经济管理、设计学。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

硕士生要对从事的研究方向及相关学科知识体系有广泛了解，相关知识包括动物生物学、植物生物学、微生物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学、生理学、遗传与演化等核心生物学内容及数学、物理学和化学等其他相关学科的基本理论知识。对所从事研究领域有系统了解。熟悉本学科科研文献，并掌握所从事研究领域主要进展。有能力获得在该学科的某一领域开展研究所需要的背景知识。

#### (二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1. 学术素养

硕士生是为科学与社会发展而培养的专门人才。应系统掌握相关学科基础知识，具备严谨的科学精神、独立思考和动手能力，并具备运用专业知识解决理论探索或应用研究领域科学问题的基本能力。了解本学科相关的知识产权、研究伦理等方面的知识。

##### 2. 学术道德

科学研究是人类赖以生存与发展的崇高群体性事业。因此要求硕士生具有严谨求实的科学态度和追求真理的高尚品德，严格遵守学术规范。在研究工作中保证实验数据真实，立论依据充分，推论逻辑严密，尊重他人的研究成果、知识产权、生命伦理等。

科学论文或学术会议上发布的结果应该是所做研究工作的真实

反映，硕士生应对他人的成果能够进行正确辨识，并在自己的研究论文或报告中加以明确和规范的标示。杜绝任何剽窃他人成果、捏造歪曲数据、有意提供误导性推论等不当学术行为。

### **（三）获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

#### **1.获取知识的能力**

有能力获得在该学科的某一领域开展研究所需要的背景知识。具有一定的专业知识、信息知识及外语能力。同时有能力对已经产生的知识进行利用和扩充。参与一些对本科生的教育过程(如作为助教),扩大自己在研究论文内容之外的广泛兴趣、锻炼指导他人的能力。

#### **2.科学研究能力**

硕士生应该在某一专门的生物科学领域方面获得较强的专业能力,能够为解决某一科学问题而设计和实施需要进行的实验,并对所获得的结果进行批判性评价。具体包括掌握与研究课题相关的实验技术,如了解相关技术的原理、实验中使用的必要仪器设备的构造原理、试剂的选择使用、实验中应注意的事项;对实验中的质量控制有良好的理解,如在实验方案中设置有效的对照与重复,对数据进行统计处理;并对所获实验结果及其意义进行合理的分析与适当的评价。

#### **3.实践能力**

硕士生应具有实际动手能力和将理论应用于实际工作中的能力。具有较好的社交能力,能与他人进行良好的合作,能了解社会需求,主动参加社会实践以积累工作经验。

#### **4.学术交流能力**

硕士生应具备学术交流的基本能力,包括条理清楚地演讲、写作、符合逻辑的辩论。为培养这一能力,硕士生应定期进行文献报告、研究进展汇报、参与文献讨论会和学术报告会并进行口头发言、参加各种学术会议并作口头发言或以墙报展示自己的研究结果。

#### **5.其他能力**

硕士生应该具有团队精神和与他人合作的能力。科学研究不仅需要个人的贡献,更需要集体的努力。因此需要硕士生发展与同事平等相待、相互交流、合作共事的能力。

### **（四）学位论文基本要求**

## 1.规范性要求

硕士学位论文应是一篇系统的学术文章，由硕士生在导师的指导下独立完成。论文应该立论依据充分，学术观点明确，实验设计合理，实验记录规范、数据真实，图表符合相关学科规范，推理严谨、符合逻辑，语言简明流畅，格式符合硕士授予单位的要求。

## 2.质量要求

硕士学位论文的研究成果应具备在某一研究领域内有创新或对该领域的科学研究有价值。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

博士生应掌握所从事研究领域及相关学科全面系统的知识体系，并理解这些体系的核心概念和原理。相关知识体系包括动物生物学、植物生物学、微生物学、生物化学与分子生物学、细胞生物学、发育生物学、生理学、进化生物学等核心生物学内容及数学、物理学和化学等其他相关学科的基本理论知识。对所从事研究领域的历史与现状有全面系统的掌握。熟悉本学科文献，能够及时掌握其主要进展。有能力获得在该学科特定领域开展独立、探索性研究所需要的背景知识。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

博士生是为推动科学发展而培养，具有在学科前沿独立开展理论探索或在应用研究领域解决实际问题的高级人才。博士生应崇尚科学精神，具有批判性思考的能力、扎实的实验和分析技能、以及解决理论或技术问题的能力，同时掌握一定的与本学科相关的知识产权、研究伦理等方面的基本知识。

#### 2.学术道德

科学研究是人类赖以生存与发展的崇高群体性事业。因此要求博士生具有严谨求实的科学态度和追求真理的高尚品德，严格遵守学术规范。在研究工作中保证实验数据真实，立论依据充分，推论逻辑严密，尊重他人的研究成果、知识产权和生命伦理等。

科学论文或学术会议上发布的结果应该是所做研究工作的真实反映，博士生应对他人的成果能够进行正确辨识，并在自己的研究论文或报告中加以明确和规范的标示。杜绝任何剽窃他人成果、捏造歪曲数据、有意提供误导性推论等不当学术行为。

### **(三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力**

#### **1. 获取知识能力**

有能力获得在该学科的任何领域开展研究所需要的背景知识并掌握本学科学术研究前沿动态。能够运用这些知识确定研究选题并设计可行的解决方案，创造新的知识。应具备相对广博的知识以便与国内外同行进行有效的口头和书面交流。参与一些对本科生的教育过程（如作为助教），扩大自己在研究论文内容之外的广泛兴趣、培养指导他人的能力。

#### **2. 学术鉴别能力**

博士生应熟悉某一特定生物学科的相关文献，领会文献的学术思想，了解建立假说的依据和推理、实验设计策略与技术看案；应能够实施实验方案，总结实验结果，并对之进行讨论和逻辑推理，以及与已有假说进行比较评价和批判性思考等。对这些能力培养和评价的手段包括：准备科学研究和基金申请报告，阅读本学科及相关领域的主要学术期刊，定期参加学术报告，定期以书面和口头形式报告研究工作进展，按照学术论文规范整理实验结果，撰写学术论文和博士学位论文。

#### **3. 科学研究能力**

博士生应该在某一专门的生物科学领域方面获得足够的技能，包括对相关技术的原理、实验中使用的必要仪器设备的构造原理和对实验过程质量控制的良好理解；能够设计（包括设置有效的对照、重复等）和完成为解决某一科学问题而需要进行的实验；具备采集和分析数据、用恰当的图表展示数据的能力，并能够对所获得的数据进行统计处理及批判性评价，建立可检验的模型来解释实验结果。

#### **4. 学术创新能力**

博士生应具有宽广的知识面、有深度的知识点、创造性和想象力，并通过与其他学者的交流对本领域的科学问题提出可供实验检验

的新的假设或对已有的假设进行批驳或修正,并同时具有通过实验来检验这些假设的能力。能捕捉新现象、解决新问题,积极开展具有原始创新意义的探索性研究工作(如对尚未被研究的自然现象进行解释和探索性研究)。

学术创新能力的培养有赖于博士生与同行和不同领域的专家建立广泛的联系,参与对本学科问题的讨论,聆听学术报告,拓宽自己的视野,获得与其他科学家合作所需要的能力。

### **5.学术交流能力**

科学方面的交流方式包括符合逻辑的辩论、条理清楚的演讲和简明准确的写作。博士生通过实践来逐步培养这些能力,以有效地表达自己的学术思想、展示自己的学术成果。学术交流能力的培养主要通过日常研究工作中下列环节来实现:研究方案的准备、定期进行的研究进展汇报、在文献讨论会和学术报告会上就相关主题的口头发言与辩论、为发表论文而进行的研究材料准备、协助准备基金申请报告、在科学组织内及国内外学术会议上作口头发言或墙报展示、论文发表过程中与审稿人的沟通等。

### **6.其他能力**

科学研究不仅需要个人的努力,更需要集体的合作。因此博士生应该具有团队精神和与他人合作的能力。在学习过程中应有意识地培养自己尊重他人,与他人平等相处、相互信任和合作共事的能力。

## **(四)学位论文基本要求**

### **1.选题与综述的要求**

博士学位论文应选择学科前沿领域或对探索未知、知识积累、科技进步等对经济和社会发展有意义的课题。论文应具有学术性、创新性和可行性。学位论文的综述部分应在充分参阅与研究课题相关的主要文献的基础上,对该领域的现状及问题进行合理的分析,并对论文立题依据加以透彻的阐述。

### **2.规范性要求**

博士学位论文应是一篇系统的、完整的学术文章,由博士生在导师的指导下独立完成。论文应该立论依据充分,学术观点明确,实验设计合理,实验记录规范、数据真实,图表符合相关学科规范,推

理严谨、符合逻辑，语言简明流畅，格式符合博士学位授予单位的要求。

### 3.成果创新性要求

博士学位论文的研究成果应体现学科前沿研究方向或能解决社会需求问题，在某一研究方向上有所突破和创新，即具有新的学术思路，探索有价值的新现象、新规律，提出新命题，创造性地解决本学科的科学问题。在理论、技术或方法上有创新性。

## 0711 系统科学

中文名称：系统科学

英文名称：Systems Science

编写成员：系统科学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

系统是由多个部分（要素）经过相互作用、相互依赖、相互约束形成的具有一定结构、功能的有机整体，普遍存在于自然界和人类社会中。系统科学是研究系统的结构、环境与功能普适关系、演化和调控的一般规律的科学，是一门基础性、综合性、交叉性学科。系统思想和方法是在人类千百年来生产实践过程中逐步形成的。随着近代科学技术的不断发展，系统已经成为一个科学概念，而系统科学作为一门独立的学科已成为现代科学的重要组成部分。

经过科学和技术的发展，人类对自然界的认识，包括物质结构、基本相互作用和宇宙演化等方面均获得了巨大进步。在这些科学进展的背景下，科学探索的重点逐步集中于不同层次系统的多样性、复杂性问题，目标是寻求不同层次系统的产生、发展和演化的共性规律。同时，由于生产力的巨大发展，出现了许多大型、复杂的社会、经济、军事、工程等问题，都需要从整体考虑优化解决。科技进步和社会需求的巨大推动，成为系统科学产生和发展的重要源泉。

20世纪40年代，贝塔朗菲提出了“一般系统论”概念，明确将系统作为科学探索的对象，标志着系统科学的诞生。一般系统论也与运筹学、控制论、信息论一起，成为早期的系统科学的理论。20世纪60至70年代，系统科学的基础理论取得了重要进展，耗散结构论、协同学、突变论、超循环理论等从不同角度对复杂系统中具有普适意义的自组织现象进行研究，从宏观、微观以及两者联系上探讨了系统通过自组织趋向时空和功能有序的基本问题。20世纪80年代后，非线性科学和复杂性研究的兴起对系统科学的发展起了很大的积极推动作用。1984年在诺贝尔物理学奖获得者盖尔曼等的倡导下成立

了圣塔菲研究所，专注于复杂性科学和非线性科学的研究。20 世纪末复杂网络和网络科学快速兴起，21 世纪大数据和数据驱动的复杂性研究成为国际发展的趋势，复杂性和复杂系统的研究进入繁荣发展期。系统科学作为交叉性学科，重点关注复杂系统和复杂性的研究，已成为国际上科学研究的前沿和热点。欧美各国纷纷建立相关研究机构，制定研究路线图，努力推动相关研究的发展。复杂系统的概念对自然科学、工程技术和经济社会中许多科学问题的认识都具有普适性意义。着眼于对复杂系统性质和演化行为具有共性的基本规律的探索，系统科学已成为 21 世纪科学发展的一个重要方向。

国内系统科学的研究是在 20 世纪 50 年代以推广应用运筹学开始的。70 年代末与 80 年代，钱学森等专家学者提出了利用系统思想将运筹学和管理科学统一起来的见解，推动了系统工程的研究和应用；其中“系统学讨论班”的学术活动，提炼了诸多重要概念，总结和提出了系统研究方法，为系统科学在我国的发展、系统学的建立做出了重要的基础性贡献。1980 年正式成立了中国系统工程学会。1990 年，钱学森提出了开放的复杂巨系统及方法论，这是我国开展系统科学与系统工程研究应用的里程碑，有力推动了我国系统科学发展。之后系统科学体系结构的提出，进一步推动了系统科学在社会、经济、科学技术等各个方面的广泛应用，以及系统理论方面基础研究的长足发展，形成了我国发展系统科学的广泛基础和力量。2016 年，郭雷的《系统学是什么》概述了系统学的具体内涵，阐述了系统复杂性定义，论述了系统学发展基础等，进一步明确了系统科学基础理论的主要内容和研究方向。

从学科专业角度，1985 年设立了首个系统理论本科专业。1990 年，国务院学位委员会增列系统科学为理学一级学科，下设 4 个二级学科：系统理论、非线性系统（理论与实验）、控制论与智能系统、科学学与科学管理，从学科体系上为系统科学的发展提供了保障。1997 年，系统科学学科调整，二级学科精简为 2 个：系统理论，系统分析与集成；2013 年二级学科增加为 3 个，第三个二级学科为复杂系统建模与调控；2021 年，增设了第四个二级学科目录，大数据与智能系统。2018 年恢复设置系统科学与工程本科专业。在学科发

展进程中，我国系统科学的研究和应用均取得了重要成就，为进一步的发展打下了坚实宽厚的基础。

## （二）学科内涵

系统科学以不同领域的复杂系统为研究对象，从还原论与整体论相结合的角度，探索各类系统的结构、环境与功能的普适关系以及演化与调控的一般规律，目的是揭示各种系统的共性以及演化过程中所遵循的共同规律，发展优化和调控系统的方法，进而为系统科学在工程、社会、经济、军事、生命、生态、管理等领域的应用提供理论依据。作为一个内涵正在不断丰富和发展的学科，系统科学加深了人们对现实世界的认识。

系统科学基本知识体系包括系统科学方法论、系统科学的基本理论、系统科学的技术方法和系统科学工程应用。

1.系统科学方法论—系统论：主要培养系统科学思想和思维方式，为开展具体研究工作提供方法论基础。

2.系统科学的基本理论：包括研究系统结构、演化、认知和调控规律的数学方法及基本理论。如系统状态的统计描述，描述系统结构的复杂网络理论，刻画系统演化的动力系统理论、随机过程，与复杂系统有序结构产生及涌现相关的非平衡系统理论、自组织理论、相变与临界现象、系统辨识与学习理论、自适应系统理论，探讨系统优化与控制的现代调控理论等。

3.系统科学的技术方法：主要包括支持实际应用的系统科学技术方法以及基于计算机科学与技术的复杂系统研究的技术与方法。包括复杂系统建模与仿真，多主体系统与基于主体的建模方法，系统分析与集成方法，系统运筹与优化方法，演化算法等，计算机数值计算与模拟方法，为研究系统理论以及解决实际问题提供方法和技术上的支持。

4.系统科学的工程应用：系统科学的发展离不开对具体系统的深入探讨，同时，发展系统科学也是为了解决各领域复杂系统的实际问题，系统科学专门人才还需要了解所研究系统的具体领域的专业知识，以及处理实际系统的系统工程知识，具体领域包括社会、经济、工程技术、军事、生物生态、资源环境、交通、教育、卫生等。

从学科内涵而言,可从系统方法论、系统演化论、系统认知论、系统调控论、系统实践论出发,研究系统科学相关内容。

系统方法论需要研究演绎与归纳、还原与综合、局部与整体、定性与定量、机理与唯象、分析与模拟、结构与功能、认知与调控、先验与后验、理论与应用等相互结合或互补的方法论等,尤其是实现还原论与整体论有机统一的方法论。

系统演化论需研究在给定环境或宏观约束下,系统层级结构与相应功能在时间和空间中的涌现与演化,包括自组织、稳定性、鲁棒性、突变性、适应性理论、动力系统、混沌理论、多主体系统、复杂网络、复杂适应系统等,特别是涌现、鲁棒、相变和适应等特性。

系统认知论需研究系统机理或属性的感知、表征、观测、分类,通信、建模、估计、学习、识别、推理、检测、模拟、预测、判断等智能行为的理论与方法,包括认知科学、建模理论、估计理论、学习理论、通信理论、信息处理、滤波与预测理论、模式识别、自动推理、数据科学等,主要处理复杂系统的不确定性问题。

系统调控论主要研究如何通过调控系统的结构(或环境)以实现所期望的系统功能,包括系统的结构调整、机制设计、运筹优化、适应协同、反馈调控、合作与博弈等,涉及运筹优化理论、系统控制理论、动态博弈理论等。

系统实践论需与实际系统结合,以便指导具体实践,并反过来根据实践不断完善理论,在两者相互促进中实现系统目标。

系统科学是交叉学科发展的重要推动力量,是建设信息社会的智力工具,在解决复杂、不确定性问题中发挥着越来越重要的作用。系统科学为理解不同领域的复杂系统提供了新观念、新思路与新方法,为解决目前方法所不能解决的具有高度复杂性的复杂系统设计、调控与管理问题奠定了基础。

系统科学与数学科学、自然科学、社会科学、思维科学等并列为科学技术门类之一,是在数学、物理、生物、化学等学科基础上,结合运筹学、控制论、动力系统、统计学、信息科学、智能科学等技术科学发展起来的一门学科,并在工程、社会、经济、军事、生命、生态、管理等领域得到发展与应用。系统科学是从系统角度研究不同

类型的系统，以及系统不同层次共同规律。

鉴于系统科学研究的内容、特点及目前发展的水平，又由于各种学科领域的研究对象包括各种类型的复杂系统，所以系统科学的发展离不开对具体系统的探讨，并通过对具体系统的结构、功能及演化性质的研究，寻求复杂系统的一般机理与演化规律；同时系统科学新的思想和方法又深刻地影响着诸多实际系统的研究，成为众多工程技术科学发展的理论基础，并为控制科学与工程、管理科学与工程、计算机科学与工程、信息与通信工程、交通运输工程以及社会、生态、环境、军事等系统的调控等对国民经济与人类生存有关的重要应用领域做出直接的贡献。

### （三）学科范围

系统科学下分4个二级学科：系统理论、系统分析与集成、复杂系统建模与调控、大数据与智能系统，涵盖了系统科学基础理论和应用两个基本层次。系统理论着重于从理论层面研究复杂系统的基本性质和演化机理；系统分析与集成可视为是系统科学的应用层面，通过研究提供改造系统的手段和方法；复杂系统建模与调控则强调发展针对复杂系统的认知和调控方法，是沟通理论与应用的桥梁；而大数据与智能系统主要运用系统科学的理论、方法和技术，指导大数据分析以及具有自组织与自适应性的系统智能行为分析，是大数据和智能时代系统科学理论与应用的重要发展方向。

#### 1. 系统理论

系统理论着重于研究系统的基本性质与演化机理，包括系统的整体性、涌现性、复杂性、不确定性以及演化规律等，是系统科学的基础理论部分。系统理论揭示各种系统的共性和演化过程中所遵循的共同规律，为系统科学的应用提供理论依据。系统理论的发展依赖于对各领域具体系统的深入探讨，所提供的对于复杂系统一般规律的认识深刻地影响着许多实际系统的研究，使得系统理论成为一个具有很强交叉性的基础学科。系统理论的发展不仅在社会、经济、军事、生物、生态等领域有广阔的应用前景，在工程技术领域，如信息、材料、生物技术、系统工程等方面，也有着重要的作用。

#### 2. 系统分析与集成

系统分析与集成研究系统科学理论和方法在各种实际系统中的应用。由于现实世界中系统多样性与复杂性程度各异，系统科学需要对各个系统进行分门别类地研究，如线性系统、非线性系统、平稳系统、非平稳系统、随机系统、分布参数系统、离散事件系统、混合系统、智能系统、专家系统等。对各类系统的研究都涉及系统的分析与系统的集成两个方面，包括建立系统的数学模型，对系统演化机理、动力学特性等作定性、定量的研究，其中以改造系统为目的的研究重点关注如何有效地获取系统的信息，并实现不同层次的信息集成，以达到系统的局部或整体最优。系统分析与集成的研究目的是加深对系统演化及运动一般规律的认识，为系统实现最优调控和高效管理等提供理论依据及各种行之有效的集成方法。

### 3.复杂系统建模与调控

复杂系统建模与调控是系统科学、复杂性科学及控制科学等的交叉学科，强调用整体论和还原论相结合的方法分析、模拟系统，重视数学、物理等理论与计算机科学的结合。其主要研究目的是认识、干预和调控系统的宏观涌现性行为。复杂系统建模与调控既是系统科学理论与应用发展的重要方向，也是控制理论与系统科学的有机结合。目前复杂系统建模与调控研究的典型问题包括：社会系统、军事系统和工程系统等的调控、量子调控理论、生命系统的动力学模型和反馈调控、基因调控理论与技术等。

### 4.大数据与智能系统

大数据与智能系统主要运用系统科学的理论、方法和技术，研究大数据和人工智能系统相关理论与技术，指导大数据分析以及具有自组织与自适应性的系统智能行为分析。大数据来自于复杂系统，服务于复杂系统。大数据与智能系统属于系统科学与数据科学、智能控制理论等的交叉领域，是大数据和智能时代系统科学理论与应用的重要发展方向。研究内容包括数据驱动的复杂系统智能分析、系统智能涌现性、大数据建模与网络挖掘等。大数据与智能系统强调利用还原论和整体论相结合的系统科学方法研究大数据与智能系统的整体性、涌现性、系统性、协同性；研究基于数据驱动的个体或群体自主知识获取与应用、思维与推理、问题求解与学习等理论与方法；研究大数

据汇聚、管理、分析、智能计算与展现等各个环节的相关理论与技术。

#### **（四）培养目标**

本学科博士及硕士应树立法治观念，热爱祖国，忠于人民，拥护宪法，遵守国家法律，拥护党和国家方针政策，具有正确的世界观、人生观和价值观，诚实守信，具有高尚的人格和道德情操。具有严谨求实的态度和科学作风，良好的道德素养和敬业精神，社会责任感和立志肩负起民族复兴时代重任的使命感。同时应当恪守学术伦理与规范，讲究学术道德，坚守学术诚信，完善学术人格，维护学术尊严，修身正己，忠于真理、探求真知，潜心研究，学风严谨。自觉维护学术尊严和学者声誉，尊重他人劳动和权益，保护知识产权；抵制学术不端行为，努力成为优良学术道德的践行者和良好学术风气的维护者。

#### **硕士学位**

具备扎实的数理基础，掌握系统科学的基本理论、基本方法和工具，具有系统思维、系统科学理论和系统工程实践能力的高层次综合性、应用型人才和项目管理者，了解系统科学的前沿进展与动向。培养的系统科学复合型人才，初步具有独立从事系统科学的基本理论研究能力，以及某一具体领域的应用研究能力。熟练掌握一门外国语，能够阅读本学科的外文资料。具备专业实践能力，以及一定程度的创新意识和创新能力。有严谨求实的态度和科学作风。硕士可从事本专业和相关专业的科研、教学工作，亦可在相关单位从事技术或管理工作。

#### **博士学位**

具备宽广而扎实的数理基础，深入掌握系统科学领域的理论和方法，具有战略科学家素养、交叉学科思维和复杂系统科学理论的高层次、复合型人才，并对某一领域特定系统的性质、特点和理论方法有深入的了解。具有突出的系统思维、出色的科学问题意识、扎实的复杂系统理论基础、卓越的创新意识及创新能力，熟悉并掌握复杂系统科学基本知识及理论前沿，能为某一特定的复杂系统中的科学问题提供解决方案。掌握研究特定系统需要具备相关的领域知识。全面了解本学科的发展方向及国际学术研究前沿。能够基于特定系统的相应知识，熟练运用数学、物理、计算机等手段对复杂系统的结构、性质

和演化进行深入研究。熟练掌握一门外国语，能熟练应用本专业的外文资料，具有较好的写作能力和进行国际学术交流的能力。具有独立从事科学研究的能力。具备优良的创新精神和创新能力，以及较强的专业实践能力。有严谨求实的态度和科学作风。博士应具有学术敏感性，能够独立承担并完成科研课题，成为能够胜任教学、科研工作以及实际部门的技术与管理工作的高级复合型人才。

### （五）相关学科

控制科学与工程、管理科学与工程、数学、物理学、统计学、计算机科学与技术、智能科学与技术等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

系统科学硕士应具有扎实的数理基础，熟悉学科的发展方向及国际学术研究前沿，掌握系统科学的基本理论和方法，并对某一具体领域复杂系统的性质、特点和理论有一定的了解。能够较熟练地运用数学、计算机等手段对系统的结构、性质和演化规律进行探讨，或在某一具体领域开展应用研究。

根据系统科学学科应掌握的核心概念和基本知识体系，系统科学学科的硕士应掌握的知识划分为基础知识、专业知识和与研究方向相关的具体领域知识。

1.基础知识：系统科学方法论以及研究复杂系统的数理基础知识（如概率统计与随机过程、非线性动力学、矩阵代数、统计物理学等）。

2.专业知识：与系统理论、系统分析与集成、复杂系统建模与调控、大数据与智能系统相关的专业知识。包括研究系统结构、演化和调控规律的数学方法及基本理论，如系统动力学、复杂网络理论、非平衡系统理论、自组织理论、自适应系统理论，系统分析与集成方法，系统运筹与优化方法、系统控制理论等；以及支持复杂性研究和实际应用的系统科学技术方法，包括多主体系统与基于主体的建模方

法,复杂系统建模与仿真,计算机数值计算与模拟方法,演化算法等。

3.具体领域知识:主要包括各研究方向所涉及的专门领域知识,如生命系统的生态学、群体动力学等,或军事、环境、交通、社会、经济、资源等领域的基础知识。

## (二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

### 1.学术素养

系统科学学科培养的硕士应崇尚科学精神,具有一定的系统科学素养,能够从系统和全局的角度观察、思考并提出科学问题。具备进一步学习系统科学和其他相关学科所必需的能力,并能初步应用这些能力,在各领域复杂系统研究中发现、提出和解决问题。掌握学科相关的知识产权和学术规范等方面的知识。

### 2.学术道德

有较强的事业心和献身科学的精神,积极为社会各项建设事业服务。严格遵守国家法律法规,不得侵犯他人的知识产权。在成果署名、论著引用、数据收集和使用、成果评价等方面尊重事实,遵守学术规范。

## (三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力

### 1.获取知识的能力

充分利用现代技术手段查阅获取本学科相关文献资料,并结合科研活动和学术交流等各种渠道了解学科学术研究的前沿。通过课程学习、相关学术活动以及自主性学习,掌握本学科的专业知识和研究方法,了解相关研究方向的发展动态。

### 2.科学研究能力

本学科硕士应具备从前人研究成果或生产实践中发现有价值的科学问题的能力。在发现问题的基础上,应具备应用系统科学的思想和方法解决问题的能力。解决问题的能力包括针对科学问题,提出研究思路、设计技术路线以及完成研究过程的能力。实证研究能够通过观察和数据挖掘,了解具体的复杂系统的性质和演化行为,并进而了解具体系统的特征;理论研究能够发展和改进已有理论和模型,挖掘复杂系统的一般规律;实践研究能够将系统科学的已有理论成果和技术方法,应用到具体的复杂系统研究中。

### 3.实践能力

本学科硕士应具有较强的实践能力，能够独立开展学术研究和应用系统科学方法解决具体系统问题。在学术研究方面能独立完成文献综述、开展调研和实验工作、设计研究技术路线、分析复杂性现象和实验数据所对应的系统内涵、独立撰写学位论文、独立回答同行质疑和从事学术交流。对于偏重于系统科学应用研究的硕士，还应善于将系统科学基本理论与具体系统的实际问题相结合，在社会、经济、环境、军事、资源、交通等应用领域发挥重要作用。同时，本学科硕士还应当具备良好的协作精神和一定的组织能力。

### 4.学术交流能力

本学科硕士应具备良好的学术交流能力，善于表达学术思想、阐述研究思路和技术手段、展示自己的学术成果。

### 5.其他能力

掌握一门外语，能熟练阅读本学科领域专业文献，并初步具备用外语写作论文的能力。

## （四）学位论文基本要求

### 1.规范性要求

本学科硕士学位论文需要遵守国家和授予权单位规定的硕士学位论文基本格式，一般应包括：封面、论文摘要、论文目录、正文、参考文献、发表文章目录、致谢等。硕士学位论文要求学术观点明确，内容层次分明，逻辑严谨，文字通畅，数据可靠，推理严谨。

### 2.质量要求

本学科硕士学位论文应该围绕着复杂系统性质、演化规律和调控手段展开理论研究，或围绕着具体系统的实际问题展开研究。论文必须有关于选题的文献检索，对已有的研究基础和进展进行综述和评价，在此基础上，论述选题的学术意义。在论文的主体内容中，要对所研究的课题有新的见解，并能表明作者在本学科上掌握了较坚实的基础理论和系统的专门知识，具有从事科学研究工作或独立担负专门技术工作的能力。

硕士学位论文应是本人的研究成果，在导师指导下独立完成，不得抄袭或剽窃他人成果。论文应反映作者较好地掌握了系统科学学

科、专业的研究方法和技能；对所研究开发的课题要有一定程度新的见解，创新性成果部分应能够在学术期刊上发表论文。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

系统科学博士应具有宽广而扎实的数理基础，深入掌握系统科学领域的理论和方法，并对某一领域复杂系统的性质、特点和理论有深入的了解。全面了解本学科的发展方向及国际学术研究前沿。能熟练运用数理、计算机等手段对系统的结构、性质和演化规律进行深入研究，以及在社会、经济、工程技术、军事、生物生态、资源环境、教育、交通等具体领域开展应用研究，利用系统科学的思想和方法解决实际问题。

应掌握的核心概念包括：系统、关联、结构、功能、环境、演化、整体性、复杂性、多尺度、层次性、涌现性、平衡性、非线性、稳定性、鲁棒性、自组织、临界与相变、混沌与秩序、熵、优化、反馈、调控、博弈、模拟、分析、集成、决策等。

从学科内涵及知识体系而言，可从系统方法论、系统演化论、系统认知论、系统调控论、系统实践论出发，研究相关层次的系统科学内容。

系统方法论需要研究演绎与归纳、还原与综合、局部与整体、定性与定量、机理与唯象、分析与模拟、结构与功能、认知与调控、先验与后验、理论与应用等相互结合或互补的方法论等,尤其是实现还原论与整体论有机统一的方法论。

系统演化论需研究在给定环境或宏观约束下，系统层级结构与相应功能在时间和空间中的涌现与演化，包括自组织、稳定性、鲁棒性、突变性、适应性理论、动力系统、混沌理论、多主体系统、复杂网络、复杂适应系统等，特别是涌现、鲁棒、相变和适应等特性。

系统认知论需研究系统机理或属性的感知、表征、观测、分类，通信、建模、估计、学习、识别、推理、检测、模拟、预测、判断等智能行为的理论与方法,包括认知科学、建模理论、估计理论、学习

理论、通信理论、信息处理、滤波与预测理论、模式识别、自动推理、数据科学等，主要处理复杂系统的不确定性问题。

系统调控论主要研究如何通过调控系统的结构(或环境)以实现所期望的系统功能,包括系统的结构调整、机制设计、运筹优化、适应协同、反馈调控、合作与博弈等，涉及运筹优化理论、系统控制理论、动态博弈理论等。

系统实践论需与实际系统结合，以便指导具体实践，并反过来根据实践不断完善理论,在两者相互促进中实现系统目标。

博士生可在以上知识体系中有侧重地展开学习与研究。

## **(二) 获本一级学科博士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

在科学和技术发展的基础上，自然、社会、军事、工程等领域的很多理论或实际问题都需要应用系统科学的思想和方法来解决。本学科培养的博士应是系统科学方面的高级专门人才，对各领域的复杂性问题有浓厚的兴趣，能够自觉运用系统科学的思想 and 思维方式开展学术研究，具有广博而坚实的数理基础以及较强的计算机数值计算和模拟仿真能力。由于对复杂系统一般规律的探讨离不开针对具体系统的研究，所以要求博士应掌握相关学科领域的知识，比如社会、经济、环境、军事、生物、交通等领域知识，这是通过交叉学科研究发展系统科学的基础。

### **2. 学术道德**

博士生应遵守共同的学术道德规范，遵守国家有关的保密法律和规章。在成果署名、论著引用、数据收集和使用、成果评价等方面尊重事实，遵守学术规范，不得侵犯他人的知识产权。

## **(三) 获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力**

### **1. 获取知识能力**

了解目前的学科发展前沿、学习和掌握已有的系统科学知识，是开展复杂性学术研究的基础。在新的网络、信息和情报学技术条件下，应充分利用现代技术手段获取本学科相关文献资料，把握文献对相关研究问题的覆盖程度以及文献之间的联系和完整性，借此全面、深入了解本学科的发展方向及国际学术研究前沿。能够通过课程学习、

相关学术活动以及自主性学习和实践，多渠道地掌握系统科学的专业知识和研究方法，并能灵活运用所学知识加以应用和推广。

## 2.学术鉴别能力

应该具备从不同层面对系统科学学术研究的鉴别能力。从问题的提出上，能够判断是否属于系统科学研究的基本理论问题，是否是复杂系统所存在的共性规律；从研究思想和方法上，能够判断是否使用的是系统论视角，在系统科学研究方法和技术上是否有新的突破；对研究成果能够判断其创新性以及应用价值，判断研究成果对于理解复杂系统的贡献。

## 3.科学研究能力

能够通过已有研究的评判，掌握系统科学理论体系和学科发展状况，了解学科发展的内在要求和社会经济发展的实际需要，在此基础上提出有价值的研究问题。了解科学问题是否能够加深对复杂系统的理解，或者是发展研究复杂系统的方法与技术。同时，对问题解决的可能性有基本的判断。

在明确科学问题的基础上具备解决问题的能力。能够在已有的研究基础上确定研究的技术路线，包括实证数据的获取与分析，已有材料的分析与综合，明确使用或发展相关研究方法，利用理论分析或计算机数值计算、模拟仿真技术，得出研究结论。掌握具体系统的知识，了解研究成果对理解具体系统、解决实际问题的意义，以及对认识复杂系统一般规律的贡献。

既能够独立思考解决问题，开展高水平研究，又能积极参与团队合作研究，具有良好的团队合作精神。

## 4.学术创新能力

具备在系统科学研究领域开展创新性思考、创新性科学研究和取得创新性成果的能力。创新性主要体现在以下几个方面：

(1) 发展或建立新的理论或模型，获得复杂系统普适性的一般性质和规律；

(2) 获得对自然、社会经济、工程、军事等领域具体复杂系统性质和规律的新认识；

(3) 发展探索复杂性的理论或计算机数值模拟方法；

- (4) 发展获得实际系统数据以及进行实证分析的方法；
- (5) 应用系统科学的方法解决具体复杂系统的应用问题。

### 5.学术交流能力

有参加学术会议和各类学术交流活动经历。能够逻辑明晰地表达自己的学术思想，展示学术成果。能够广泛了解他人的学术成果，进行有益讨论。

### 6.其他能力

掌握一门外语，能流利阅读本学科领域的专业文献，并具备用外语写作论文和进行学术交流的能力。

## (四) 学位论文基本要求

### 1.选题与综述的要求

学位论文的选题应该建立在对系统科学相关领域充分和全面的研究、综述基础上。通过各种文献阅读和信息整理加工，综述所研究选题领域的研究基础，论证已有的认识，阐述已有的方法与技术发展状态，在此基础上明确论文应该解决的基本科学问题。

综述应包括至少如下几部分：（1）研究问题在系统科学学科领域的地位与作用；（2）研究问题对加深、理解和发展系统科学学科的意义；（3）研究问题的历史沿革或提出背景；（4）研究问题的阶段性进展或已有基础；（5）尚未解决的问题及其原因或瓶颈；（6）研究的思路、目标以及主要的关键问题或技术问题，技术路径和简要技术路线等。

### 2.规范性要求

本学科博士学位论文要遵守国家 and 授予权单位规定的学位论文基本格式。一般应包括：封面、论文摘要、论文目录、正文、参考文献、发表文章目录、致谢等。博士学位论文的学术观点必须明确，内容层次分明，逻辑严谨，文字通畅，数据可靠，推理严谨。

### 3.成果创新性要求

博士学位论文应是本人的研究成果，在导师指导下独立完成，不得抄袭或剽窃他人成果。论文应反映作者掌握了系统科学学科以及相关专业的研究方法和技能；博士学位论文应选择在国际上属于系统科学学科前沿的课题或对国家经济建设和社会发展有较重要意义的

课题，突出论文在科学和专门技术上的创新性和先进性，并能表明作者在本学科掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，具有独立从事科学研究工作的能力。创新部分单独成文后，应达到国内外系统科学学科专业重要学术期刊论文的水平。

## 0712 科学技术史

中文名称：科学技术史

英文名称：History of Science and Technology

编写成员：科学技术史学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

科学技术史是研究人类科学技术活动发展历史及其与政治、经济、社会、军事、宗教及文化之间互动关系的一门交叉性学科。它综合运用自然科学和人文社会科学的方法，以文献资料和实物遗存为研究依据，揭示科学技术发展的规律性。

科学技术史学科有着相当悠久的历史。伴随着近代科学技术的产生，西方一些学者即开始了对科技发展历史的研究。17世纪，英国、丹麦等国已有科学史著作问世；18世纪，欧洲人对于数学、物理学、化学、天文学、技术、医学等发展的历史已进行了分门别类的研究并出版了专著；19世纪末，法兰西学院已设立了科学史教授席位；20世纪初以来，随着科学技术日益渗透到人类生产、生活的各个方面，科学技术史也受到了社会各方面越来越多的重视，逐渐发展成为一门独立的学科。目前，世界许多国家和地区的著名高校都建立了科学技术史学科的研究与教育机构。

我国的科学技术史研究工作起步于20世纪初期，李俨、钱宝琮、梁思成等学者开始对我国古代科技文献与文物的发掘和整理工作。1954年，在竺可桢的倡导下，成立了中国自然科学史研究委员会。1957年，中国科学院成立了自然科学史研究室（后来发展为中国科学院自然科学史研究所），并开始招收首批科学史硕士研究生，标志着科学技术史作为一个独立学科在我国诞生，也标志着科学技术史学科在中国的建制化及研究队伍的职业化。20世纪70年代至80年代，一批高校和科研院所设立科学技术史相关研究机构，并开始招收研究生。1981年，首批自然科学史博士和硕士学位授权点批准成立，中国科学院自然科学史研究所、中国科学技术大学成为首批博士点单位。

随后，科学技术史在理学、工学、农学、医学四大学科门类下均获得相应的学位授权点。1997年，原分属于理、工、农、医门类的自然科学史、技术科学史、农学史、医学史四个学科合并成为科学技术史一级学科。随后，一些高校成立了科技史系，多所高校或研究院所设立了科技史专门研究机构。目前，我国科学技术史学科已经具有一定的规模，全国十多所高校拥有一级学科博士学位授权点，近三十所高校拥有硕士学位授权点，此外还有不少高校和科研院所在理学、工学、农学、医学门类的一些一级学科下设置了相应学科史的学位授权点，或在哲学、历史学门类的一级学科下设置了科技史研究方向。

科学技术史是一个研究领域相当广泛的学科。目前，国际科学技术史界除了进行传统的科学技术分科史研究之外，还大力开展科学技术发展与社会、经济、文化等关系的综合科学技术史研究，科学与宗教的关系、科学知识的发生发展与地域文明的关系、历史上不同国家和地区之间的科技交流与影响、科学编史学等都是广受关注的领域。21世纪以来，中国的科学技术史学科发展相当迅速，研究领域也不断扩大，呈现出全球化、多元化、实用化、定量化、数字化的趋势。目前，中国古代科技史、中国现当代科技史、西方科学思想史、少数民族科技史、传统工艺技术史、中外科技交流史、中外科学技术的历史比较等理论性研究，以及科技考古与文物保护、科技遗产研究、数字人文研究、科技传播、科技教育、科技文化、科技战略、科技政策研究等应用科技史研究，是国内科技史界关注的重点领域。

人类社会的发展和文明的进步，需要不断地从历史经验中汲取营养和启示。科学技术史是人类文明史的重要组成部分，提供了研究和理解历史发展的一个不可或缺的维度。从研究自身看，重温科学研究的历程，分析其中的种种因素，反思其得失，从而收获教益和启发，启迪智慧；从其社会效益来看，则更在于把科学观念社会化、把科学精神介绍给不直接从事专门科学研究的民众。正确认知人类认识、利用和改造自然的历史，总结其中的经验与教训，对于促进未来科技发展和社会进步具有重要的启发和借鉴意义。现代及未来的人类社会是由科技引领其发展的社会，当今世界各国无不奉行科学技术立国的基本国策。科学技术在人类文明中的地位越是重要，对其发展历史进行

反思与总结也就越发必要。因此，未来的科学技术史学科将会受到更大关注，其教育、社会、经济和文化功能将得以充分发挥。

## （二）学科内涵

### 1.研究对象

科学技术史的研究对象包括古今中外的自然科学、工程技术、农业科技、医药健康等所涵盖的各种认识与实践的发展历史，及其与政治、经济、社会、军事、宗教及文化之间的互动关系。

### 2.理论体系

由于科学技术史研究对象的多样性及复杂性，其理论基础亦呈现多元性。作为一门文理交叉的综合性学科，科学技术史学科从理论上借鉴自然科学和历史学等人文社会科学的基本理论与概念，并在此基础上逐渐形成关于科学技术普遍发展规律的历史理论，从有机的、整体的、综合的、系统的角度探讨科学技术对人类文明发展的促进作用。

### 3.知识基础

从事科学技术史研究需要具备多方面的知识与能力，既要掌握扎实的科学技术史专业知识，也要掌握一定的科学技术专门知识，同时还要熟悉基本的历史学知识，具备一定的中外语言文字（有些研究方向还应包括中国古代汉语、少数民族语言或西方古典语言）阅读及分析能力。

### 4.研究方法

科学技术史学科综合运用自然科学、技术科学和人文社会科学的相关方法。研究对象的多样性及复杂性决定了从事这方面的研究工作需要综合运用多种方法，例如文献整理考证、文本和概念分析、文化谱系分析、统计分析、口述历史研究、模拟实验研究、理化检测分析、田野调查研究、工艺复原仿真、考古发掘与研究、数据挖掘与分析等方法。

## （三）学科范围

科学技术史一级学科包含8个二级学科。

### 1.科学史

研究科学知识的起源及其演变过程，探讨影响科学发展的各种

历史因素，揭示科学发展的规律性。主要研究方向包括：天文学史、数学史、物理学史、化学史、生物学史、地理学史、地质学史、海洋科学史、气象科学史、环境科学史、科学思想史、科学交流史、比较科学史、科学编史学等。

## 2.技术史

研究人类技术和工程活动的起源、演变及其发展规律，探讨影响技术发展的各种历史因素及其对人类文明进程所产生的影响。主要研究方向包括：矿业史、冶金史、陶瓷史、纺织史、机械史、建筑史、车辆与交通运输史、造船与航海史、造纸与印刷史、能源与动力史、化工史、电工史、水利工程史、电子与信息技术史、航空航天史、军事技术史等。

## 3.农学史

研究农业科学技术的起源、演变及其发展规律的学科，重点探讨农、林、牧、副、渔等各生产部门的科学技术历史演变，农业科技发展与经济、社会和生态环境之间的互动关系，以及农业科技对整个社会文明进程的影响。主要研究方向包括：农业科技史、林业科技史、畜牧兽医史、渔业科技史、园艺科技史、农产品加工贮藏史、农业生态环境史、农田水利史、农业遗产、农业历史文献、中外农业交流、农业科技发展战略等。

## 4.医学史

研究人类对疾病与健康的认识过程以及关于疾病治疗的历史，探讨医学发展的规律及医学与人文的关系。主要研究方向包括：医学技术史、疾病史、药物史、医学思想史、医学社会文化史、公共卫生史、护理史、卫生政策与制度史、民族医学史、全球卫生史、中外医学交流与比较等。

## 5.科学技术与社会

以科学技术与社会之间的历史互动进程为主要研究对象，探讨科学技术进步与社会发展之间的内在关联及其作用机制，并在此基础上探讨科技发展战略、科技政策等现实问题。主要研究方向包括：科技社会史、科技文化史、科技制度史、科技发展战略、科技与创新政策等。

## 6.科技传播与教育

以科技史为依托，研究科技传播与科技教育的理论和实践，探讨其与科技创新、经济发展、社会进步、文化建设之间的互动关系，以及科技史在当代科技传播和科技教育中的价值与应用，为国家科技传播与科技教育体系建设提供服务。主要研究方向包括：科技普及历史与实践、科技新闻历史与实践、科技出版历史与实践、科技教育历史与实践、公众科技史、科技博物馆、科技与文学、科技与艺术、科技写作等。

## 7.科技考古与文物保护

以古代物质材料特别是文物为研究对象，通过科技分析检测，探讨科学知识和技术创造的起源、演变及发展规律，并在对文物的历史、艺术和科学价值认知的基础上进行有效的科学保护。主要研究方向包括：古资源工程、古生态环境、古代材料研究、文物保存科学、文物保护技术与工程、实验科技史等。

## 8.科技遗产与数字人文

以科技史料、文物与非物质文化遗产等科技遗产为研究对象，开展调查研究，借助信息技术手段，通过数据采集与数学建模，对其中所蕴含的科学思想或技术方法进行复原研究。主要研究方向包括：科学遗产调查、传统工艺研究、工业遗产研究、科技遗产数字化、文物设计理念复原、数字人文在科技史研究中的应用等。

### （四）培养目标

#### 1.硕士学位

具备良好的政治素质和道德修养，具有历史使命感和社会责任心，兼备宽广的人文社会科学和自然科学、技术科学的基础知识，掌握全面、扎实的专业知识和学术研究的基本技能，能够创造性地从事本学科的相关工作。具体包括：（1）对于历史学的经典著作和自然科学或技术科学某一门类的基础理论，有比较系统的阅读和理解；（2）对于科技史知识有系统掌握和透彻理解；（3）对于本领域的研究工作及其成果，有比较全面、深入的掌握；（4）了解本学科不同研究方法的特点及方法论基础，并能够合理运用；（5）具有一定的学术素养，对于学术研究特点和基本学术规范有清楚的认识，恪守学术道

德；（6）思维严谨，逻辑严密，具有发现问题、提出问题和解决问题的能力的基本能力。

## 2.博士学位

具备良好的政治素质和道德修养，具有历史使命感和社会责任心，富有创新精神、实践能力、国际视野，兼备厚实的人文社会科学和自然科学、技术科学基础知识，熟悉科学技术史学科的历史和现状，了解并掌握本学科的最新进展，在某一领域或方向有深入研究，能够胜任并独立从事本学科的学术研究及教学工作。具体包括：（1）在对一般的人文和科学技术知识有所了解的基础上，对于与自己的研究领域相关的重要理论及核心概念有透彻的了解和把握；（2）有敏锐的思辨能力和分析能力，能够判断相关研究领域中学术问题的价值，跟踪学术前沿，进行理论和知识创新；（3）对某一领域或方向，有深入的研究和独特的理解，并做出创新性贡献，成为该领域或者方向的高水平专业人才；（4）有学术研究的感悟力，理解学术研究的真谛，能够开拓新领域；（5）热爱学术，淡薄名利，勤奋严谨，认真治学，以自己的创造性成果推动科技史学科发展，为国家和社会做出贡献。

### （五）相关学科

理学、工学、农学、医学门类下各一级学科，考古学，中国史，世界史，哲学等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

##### 1.基础知识

本学科的硕士生一般应掌握一定的科学技术基础知识，即对于自然科学或技术科学某一门类的基础知识有基本的掌握，这是从事科学技术史研究工作需要具备的科技素养。这部分知识可以通过大学本科阶段的学习获得，也可以在研究生阶段进行适当的补习。

## 2.专业知识

对中国科学技术发展的历史以及欧美主要国家科学技术发展的历史有系统的了解,对一些重要的科学思想有一般的理解,对与自己学位论文研究方向有关的科学技术史知识有比较深入的了解,对科学技术史的研究方法有基本的掌握,熟悉查找专业文献资料的一般方法。

## 3.工具性知识

掌握基本的古代汉语知识,能够正确阅读和理解中国古代科技文献史料;掌握一定的史学知识及其研究方法,对中国文明史和世界文明史有基本的了解;掌握科学技术史学术论文的写作方法,能够撰写规范的研究论文。

### (二)获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

具有较好的才智和涵养;具有较强的专业研究兴趣、学术悟性和学术研究潜力;具有求真务实的学风和开拓创新精神。

#### 2.学术道德

恪守学术道德,遵循学术规范,尊重他人的学术劳动,在自己的研究论文或学术报告中引用他人的成果时予以明确标示;遵守国家的知识产权法规,自觉维护学术权益。

### (三)获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识能力

对与自己研究内容相关的学术界已有研究成果,能够客观地评价其价值及意义,并能合理地予以利用;具有较强的文献搜集、整理、分析和概括能力以及文字表达能力;能够根据研究工作的需要,通过学习、调研等各种方式,及时有效地获取相关知识及研究方法。

#### 2.科学研究能力

能够从前人研究工作或社会现实需要中发现有价值的问题,并能根据问题的性质提出研究思路、查找文献资料、通过自己的研究得出结论。

#### 3.实践能力

能够独立完成科技史料的搜集、调研工作,能够完成科技史相关实验研究的操作工作,能够独立完成或与他人合作完成科技史研究

项目的一部分工作。

#### 4.学术交流能力

具备良好的学术表达和交流能力，能够运用中文或外文通过发表论文、会议报告等形式表达自己的学术思想，展示自己的研究成果。

#### 5.其他能力

具有一定的理论联系实际的能力，能够将自己掌握的有关知识应用于解决相关的实际问题；具有良好的人际沟通能力和一定的组织协调能力。

### （四）学位论文基本要求

#### 1.规范性要求

##### （1）题目

论文题目应能概括整个论文最重要的内容，文字表述确切、简明，一般不超过20个字，必要时可加副标题。

##### （2）摘要

摘要是对论文的高度概括和浓缩，应说明论文的研究目的、方法、成果和结论，要突出论文的创新性成果或新的见解，用语简洁、准确。

##### （3）绪论

绪论是整篇论文的引言，内容包括：论文选题的依据、理论价值和实践意义；与论文主要内容相关的研究背景及现状；研究内容和拟解决的问题；研究思路和方法；论文的重点、难点及创新之处。

##### （4）本论

本论是整个学位论文的主体，内容一般包括：提出问题、依据相关史料进行分析论证、得出结论等。

##### （5）结论（结语）

结论是整篇论文的总结，表述应简练、准确，突出论文的创新性成果及其学术意义和应用价值，必要时可指出论文的不足之处和未来研究的方向。

#### 2.质量要求

学位论文研究内容应具有一定的理论意义或实践价值，能够解决科学技术史学科的某个学术问题或社会应用问题，在新史料的发现、

新方法的运用和新观点的提出等方面有所贡献。全文语言表述规范，观点明确，内容充实，史料可靠，引用得当，重点突出，层次清晰，结构合理。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

#### 1.科学技术基础知识

根据学位论文研究的内容，对相关的科学技术知识有系统而深入的掌握。学位论文研究科学技术中某一门学科的历史，应对这一学科的专门知识有深入的掌握，例如：研究量子力学发展史，应对薛定谔波动力学和海森伯矩阵力学的基本概念与基本理论有深入的理解；研究机械技术发展史，应对机械设计原理及机械制造工艺等的基本概念和基本理论有深入的理解。

#### 2.科学技术史专业知识

对科学技术在中国及欧美主要国家发展的历史有系统的了解，对中外历史上一些重要的科技思想有深入的理解，对科学技术史的研究方法及学术规范有熟练的掌握，对与自己学位论文研究方向有关的科技史知识有全面、深入的掌握。

#### 3.文史知识

以古代科学技术史为研究方向的博士生，应掌握必要的古代汉语及训诂学知识、古代少数民族语言或外文知识，同时对于史学理论、史学方法和历史文献学知识有比较透彻的理解，对中国文明发展史有系统的了解，对考古学理论与方法有一定的认识。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

对科学技术史研究具有浓厚的兴趣，乐于以自己的学术贡献推动本学科发展；对科学技术某一领域的基础知识有全面深入的了解，有比较好的文史功底，具备相当好的学术潜力；具有严谨的学风和求真务实的治学态度，具有积极的探索精神和创新意识；在“史学、史才、史识”方面有较好的素养。

## 2.学术道德

恪守学术道德，遵循学术规范，尊重他人的学术劳动，在自己的研究论文或学术报告中引用他人的成果时予以明确、规范的标示；遵守国家的知识产权法规，自觉维护学术权益。

### （三）获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识能力

了解科学技术史学科的发展趋势，对于与自己研究方向有关的国内外研究动态有基本的把握，能够跟踪学术前沿；根据研究工作需要，能够通过学习及时有效地获取相关知识及研究方法，能够利用各种文献检索手段及时查找相关文献资料；具有善于学习、不断完善自己的知识结构和基本技能以适应专业研究工作发展需要的能力。

#### 2.学术鉴别能力

对与自己研究方向相关的学界已有研究工作能够做出正确的分析与评价，对各种学术观点有比较全面的了解，对存在的学术问题有比较深入的认识，能够判断其价值、难度及关键所在。

#### 3.科学研究能力

具有独立从事科学技术史研究工作的能力，能够提出和解决科学技术史学科的问题。提出问题应以三方面的因素为基础：一是对已有研究工作的评判；二是本学科发展的内在要求或社会发展的实际需要；三是问题解决的可能性。解决问题的能力包括：设计出研究方案或技术路线，通过各种途径获取相关资料，采用一定的方法或手段进行研究，得出可靠的结论。

#### 4.学术创新能力

具有开拓意识和进取精神，能够在前人工作基础上开展创新性研究，解决前人所没有解决的科学技术史重要学术问题，或者开拓新的研究领域，通过努力探索，取得创新性成果。

#### 5.学术交流能力

在国际和国内会议以及其他场合，能够熟练地运用中文和外文与国内外同行进行学术交流，准确表达自己的学术思想，充分展示自己的研究成果。

#### 6.其他能力

具有较强的人际沟通能力和组织协调能力，能够组织小规模的团队开展学术研究活动，能够组织开展不同规模的学术交流活动。

#### （四）学位论文基本要求

##### 1.选题与综述的要求

学位论文选题应在推动科学技术史学科发展或促进社会进步方面具有重要的学术价值（理论意义）或应用价值（实践意义）。

学位论文应有文献综述的内容，即在广泛查阅国内外相关文献和了解相关研究工作的基础上，围绕学位论文所要解决的问题，综述前人的研究情况，以确立自己的研究起点。文献综述内容包括：（1）分析总结国内外与本学位论文研究问题相关的工作状况；（2）评价已有研究工作所取得的成绩和存在的问题；（3）分析存在问题的原因及其解决的难度；（4）说明本学位论文拟解决的问题。

文献综述可以放入绪论中，作为其中的一部分；也可以单独作为一章，成为正文的一部分。如果研究内容属于比较新的方向，学术界已有的相关研究不多，即可以把文献综述作为一节放在绪论中；如果学位论文研究的内容属于热门领域，学术界与之相关的研究成果丰富，需要综述的内容较多，则文献综述可单列一章。

##### 2.规范性要求

学位论文一般包括题目、摘要、绪论、本论、结论五个主要部分，对各部分的规范性要求如下：

###### （1）题目

论文题目应能概括整个论文最重要的内容或反映论文的实质性内容和工作重点，文字表述确切、简明、引人注目，一般不超过20个字，必要时可加副标题。

###### （2）摘要

摘要是对论文的高度概括和浓缩，应提纲挈领、言简意赅、用语准确、重点突出，说明研究目的、方法、成果和结论，要突出论文的创新性成果和新的见解。

###### （3）绪论

绪论是整篇论文的引言，主要内容包括：论文选题的依据、理论意义或实用价值；研究现状分析（或文献综述）；研究的主要内容

和拟解决的问题；研究思路和方法；论文的重点、难点、学术创新与突破。

#### （4）本论

本论是整个论文的主体，是充分展示作者的研究工作及研究成果的部分，内容一般包括：文献综述（也可以放入绪论中）、提出问题、根据相关史料进行分析论证、得出结论等。

论文写作要求：文字简练，内容充实，史料可靠，论述透彻，重点突出，层次清晰，逻辑严谨，结构合理。

#### （5）结论（结语）

结论是整篇论文的总结，表述应简练、准确，突出论文的创新性成果及其学术价值和现实意义，还可以指出论文研究工作存在的不足之处，提出进一步研究的设想。

### 3.成果创新性要求

学位论文研究工作在科学技术史领域应具有一定的创新性，主要体现在提出了新观点、发现了新史料、运用了新方法或新思路、开拓了新领域、取得了创新性成果等方面。例如：发现了重要的新史料，推进了前人已有的研究工作；运用新的研究方法或思路对已知的史料进行研究，得出了新的结论；开拓了新领域，取得了创新性研究成果；对前人的工作进行了深入研究，解决了前人没有解决的问题或纠正了前人的错误。

## 0713 生态学

中文名称：生态学

英文名称：Ecology

编写成员：生态学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

“生态学” (Ecology) 作为科学术语, 最早由德国动物学家恩斯特·海克尔 (Ernst Haeckel) 于 1866 年提出。其德语原文 (Ökologie) 取自希腊语的 oikos (“家”或“住所”) 和 logos (“研究”), 意为研究居家的学问, 引申为研究居住环境的科学。传统上, 生态学是生物学的二级学科, 其经典定义是研究生物与环境之间相互关系的科学。但生态学科的起源早于“生态学”这一术语的提出。亚历山大·冯·洪堡 (Alexander von Humboldt) 于 19 世纪初在南美洲进行考察时, 就对植物分布与气候的关系开展了研究; 而查尔斯·罗伯特·达尔文 (Charles Robert Darwin) 的演化理论基于生物与环境的相互作用, 提出生物的变异、遗传和自然选择作用能导致生物的适应性改变。这些早期研究促进了生态学科的起源与确立。丹麦植物学家约翰内斯·尤金纽斯·布洛·瓦尔明 (Johannes Eugenius Bülow Warming) 对植物分布与环境的关系开展了系统研究, 于 1895 年发表了《以植物生态地理为基础的植物分布学》一书, 被认为是最早的生态学教科书之一。瓦尔明最早在大学内开设了生态学课程, 这标志着生态学成为一门独立的学科进入大学的教育体系。1913 年和 1915 年, 英国和美国生态学会先后成立, 两个学会分别创立了 Journal of Ecology 以及 Ecology 两本学术期刊, 专门发表关于生态学的最新研究成果。这说明生态学在当时已经具备了较大的发展规模, 且生态学研究人员具有了较强的学科认同感, 并从其他学科中分离出来, 形成了独立的学会组织。1935 年, 英国植物学家阿瑟·坦斯利 (Arthur G. Tansley) 提出了“生态系统”的概念, 拓展了生态学的研究范畴, 使其逐渐超越了传统生物学的领域。

20世纪50年代以来,随着人口的快速增长和技术的巨大进步,人类对自然环境的干扰不断增强,水体、大气和土壤环境都遭受了前所未有的破坏,进而带来了一系列区域与全球性的重大生态与环境问题,例如食物短缺、资源稀缺、环境污染、全球变化、物种灭绝等。这些生态环境问题对人类社会的发展造成了巨大威胁。1962年,美国海洋生物学家雷切尔·卡森(Rachel Carson)在其影响深远的著作《寂静的春天》中阐述了人们因忽视了植物、动物、土壤、水源等相互联系的生态网络,导致了没有鸟类鸣叫的死亡寂静,揭示了人类活动引起生物多样性丧失所带来的后果。这些发现促使整个社会开始反思人类对自然生态系统的影响。生态学为解决人类面临的这些生态与环境问题提供了理论基础和解决方案,是大自然的认识论,也是保护和利用自然的实践论,因而受到公众、政府和学者的广泛关注。解决环境与资源问题的强大社会需求为生态学理论体系和方法论的拓展提供了舞台,促进了生态学科的发展,同时也改变了生态学长期以来的纯自然主义倾向,使得生态学越来越紧密地与社会经济发展相结合,并服务于生产实践。

进入21世纪,为实现社会的可持续发展,我国创造性地提出了“生态文明建设”,并将其作为我国的一项基本国策。生态学是生态文明建设的重要科学基础,被提到了前所未有的高度。2011年,中国教育界将生态学从生物学中独立出来,提升为一级学科,使生态学成为自然科学中一个重要的学科。这不仅为我国,也为世界生态学的发展提供了重要机遇和借鉴,同时对生命科学,乃至整个自然科学体系的发展也具有积极的推动作用。在这一背景下,生态学的科学内涵和社会需求已经发生了巨大变化。生态学不再仅限于生物学范畴内的研究,而是逐步发展成为一门独具理论体系、并具有广泛应用的综合性交叉学科。因此,生态学的内涵和外延有了明显变化,而生态学的定义也不能再局限于当初经典的定义。结合现代生态学发展动向,归纳各种观点,可将生态学定义为:生态学是研究宏观生命系统的结构、功能及其动态的科学,它为人类认识、保护和利用自然,维持可持续生物圈提供理论基础和解决途径。作为一个独立的学科,生态学科具有较强的交叉性和综合性,融合了生物学、地学、环境学、资源

学乃至经济学、社会学等多个学科的知识和方法。同时，生态学科紧密地关注人类生产和生产中的实际问题，更重视解决当前人与自然的的关系，维持自然生态系统的安全性，推动生物圈可持续发展及人与自然和谐共生的现代化。

## （二）学科内涵

生态学属多学科交叉的理学门类，主要任务是研究宏观生命系统的结构、功能及其动态，从而为人类认识、保护和利用自然，维持可持续生物圈提供理论基础和解决途径。生命系统也即有生命的系统，由生物有机体及其环境所组成，它存在于多个等级层次中，包括细胞、器官、有机体、群落、区域等。生命系统结构和功能的“动态”变化，可以是生命系统中有机体之间以及有机体与环境系统之间相互作用的结果，也可以是外部环境因素的变化，比如气候变化、自然干扰和人为活动等所引起的动态变化。生物学是生态学的母学科，但随着生态学研究范畴的不断拓展，二者的学科边界和范畴越来越清晰。两个学科都是研究生命系统的科学，但生物学主要研究有机体及其内部的生命活动，而生态学则主要针对比有机体层级更高的生命系统。

生态学是一门与人类生存和社会发展密切相关的学科，同时也是人类认识和利用世界的一种自然观。生态学的核心是研究宏观生命系统及其与环境之间的关系，这种关系相互作用、相互依存、互为因果，使生命系统达到相对稳定和平衡的状态。人作为一种生物，是自然界的组成部分，又具有主观能动性，可以改变自然。生态学的终极目的是通过揭示宏观生命系统的格局、过程和秩序，为人类认识、保护和利用自然提供理论基础和解决途径。

随着生态学科学内涵的拓展，生态学科在自然科学体系中的地位也越来越重要。生命世界构成了结构缜密、井然有序的生命等级系统，包括从原子、分子、细胞、组织、器官、个体、种群、群落、生态系统，到景观、生物圈的多个层次。每个层次都有各自的结构和功能，形成相对应的学科分支。生态学的核心研究内容聚焦于个体、种群、群落、生态系统、景观、生物圈六个层次。因此，生态学在对有序生命世界的认知中占有极其重要的位置，构成了理学门类中一个非常重要的学科分支。近年来，随着分子生物学、遥感信息技术等现代

技术的应用，生态学在研究层次上向宏观与微观两极进一步拓展。在宏观层次上，生态学在生态系统水平扩展为生物圈生态学和全球生态学，并成为当前生态学的研究热点；在微观方向上，生态学逐渐将分子生物学等技术方法应用到生态学的不同层次，形成了分子生态学和组学生态学等新的研究领域。

生态学主要研究较高层次的生命系统及其与环境系统之间的相互作用，与多个学科相交叉，包括生物学、地理学、气候气象学、土壤学、环境科学、资源科学、信息与遥感技术、数理科学等；同时，生态学与社会科学的一些学科，如经济学和社会学也存在密切关联。因此，生态学便形成了一个与多学科交叉的多学科体系。

### （三）学科范围

生态学作为一级学科下设植物生态学、动物生态学、微生物生态学、生态系统生态学、景观生态学、修复生态学、可持续生态学7个二级学科。各二级学科的研究范畴如下：

1.植物生态学：从多层次、多尺度研究植物及其与环境之间的关系。主要研究植物个体的分布、生长和适应，植物种群和群落的组成、结构、功能，以及种间关系，植物在生态系统物质循环和能量流动中的作用，以及环境因素对植物的影响等。

2.动物生态学：从多层次、多尺度研究动物及其与环境之间的关系。主要研究动物个体的行为和习性特征及其与环境和其他有机体之间的相互作用，动物种群增长和调节，群落组成和种间关系，以及动物在生态系统中的作用等。

3.微生物生态学：研究微生物与其他生物及环境之间的相互关系。主要研究微生物的群落组成、多样性和功能，微生物的时空分布与群落构建，微生物对环境变化的响应，以及微生物在生态系统中的作用。

4.生态系统生态学：研究生态系统的结构、功能及其动态。主要研究生态系统的结构和功能，生态系统的物质循环和能量流动，生态系统营养级和食物网结构，生态系统时间动态，生态系统服务功能，以及环境变化和人类活动对生态系统的影响等。

5.景观生态学：研究景观格局、过程、功能及其动态。主要研

究景观和区域尺度上，景观的空间格局、尺度效应、生态过程，以及人与环境的关系。生态评价、生态规划与管理以及生态景观设计等均为景观生态学的研究范畴。

6.修复生态学：研究退化生态系统（包括陆地和水体）的受损机理与过程、修复与恢复重建的理论、技术和方法。主要研究内容包括：流域治理、环境污染生物修复、植被重建、动物栖息地营建与种群复壮、生物链调控与外来入侵生物控制、自然干扰模拟与适应性管理等。污染生态学、恢复生态学和生态工程学等学科方向都属于本学科的研究范畴。

7.可持续生态学：研究支撑可持续发展和生态文明建设的生态学理论、方法和实践。主要研究社会经济可持续发展的生态环境及资源约束和阈值，支撑社会经济可持续发展的生态学原理和实践，以及生态/环境对人类行为、健康和福祉的影响等。可持续生态学是一门新兴学科，是在宏观尺度上研究自然系统和社会系统之间相互关系的科学，生态经济、生态安全、生态伦理、生态规划、生态治理、生物多样性保护等学科方向都属于该学科的研究范畴。

#### **（四）培养目标**

本学科培养能熟练掌握生态学基本理论和研究方法，具备利用生态学原理分析与解决相关问题的能力，能够从事与生态学相关的教学、科研、技术研发以及咨询与管理等领域工作的专业人才。

1.硕士学位：培养满足我国经济社会发展与现代生态学发展需要的专业人才。了解生态学的理论与技术发展的基本态势；具有生态学专业素养和解决问题的实际能力；基本具备独立从事本专业教学、科研、技术研发以及咨询与管理工作的能力。

2.博士学位：培养能熟练掌握生态学理论、研究方法和技术，熟悉本学科专门领域的发展动态；具有能独立从事与生态学相关的研究/研发能力和学科视野，具备利用生态学原理分析与解决相关问题的创新能力；能胜任高校或研究机构的生态学教学、科研工作或各级、各类生态与环境管理部门的管理工作。

#### **（五）相关学科**

生物学、地理学、环境科学与工程、林学、农业资源与环境、

植物保护、地质学、大气科学、水土保持与荒漠化防治学、理论经济学、应用经济学、社会学、城乡规划学。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### （一）获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

培养具有生态学专业理论基础，了解生态学的理论与技术发展的基本态势；具有生态学专业素养和解决问题的实际能力；基本具备独立从事本专业教学、科研、技术研发以及咨询与管理工作的能力。

#### （二）获本一级学科硕士学位应具备的基本素质

##### 1. 学术素养

硕士生应系统掌握生态学相关学科基础知识，熟悉生态学专业的历史、现状和发展趋势，并掌握和应用生态学的实验操作技能，具备严谨的科学精神、独立思考和动手能力，并具备运用生态学专业知识解决理论探索或应用研究领域中的科学问题的基本能力，能在本科学发展的前沿上不断创新和探索，至少掌握一门外国语，能熟练阅读本专业的外文资料，具有一定的外语写作能力。还应了解本学科相关的知识产权、生态伦理等方面的知识，具备从事生态学教学、科研、管理及生态规划的能力。

##### 2. 学术道德

生态学研究是引领人类智慧生存与科学发展的崇高事业。因此要求硕士生具有一丝不苟的科学态度和求真务实的科学品德，严格遵守学术规范。在研究工作中保证实验数据真实，尊重他人的研究成果。

#### （三）获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力

##### 1. 获取知识的能力

有能力获得在生态学领域开展研究所需要的生态学、生物学、环境科学、地球科学等方面的背景知识。要求硕士生具有较好的生态学专业基础及外语水平。同时有能力对现有知识进行利用和扩充。

##### 2. 科学研究能力

在研究能力方面，硕士生应该在某一专门的生态学领域获得较强的专业能力，能够为解决某一科学问题而设计和实施需要进行的调查或实验，并对所获得的结果进行客观评价。具体包括掌握与研究课题相关的调查方法和实验技术，了解相关技术的原理、研究中使用的必要仪器设备的构造原理、研究中应注意的事项；对调查、观测和实验方法具有良好的理解，能够对数据进行必要的统计处理；并对所获调查、观测和实验结果及其意义进行合理分析与适当评价。

### **3.实践能力**

硕士生应具有较强的实地调查、观测或实验动手能力，以及将理论应用于实际工作中的能力。具有较好的独立工作能力，并能与他人进行良好的科研合作；能了解社会需求，主动参加社会实践以积累工作经验。

### **4.学术交流能力**

硕士生应具备学术交流的基本能力，包括条理清楚地演讲、写作、符合逻辑的辩论等。为培养这一能力，硕士生应在研究计划的准备阶段定期进行文献报告、研究进展汇报、参加文献讨论会和学术报告会，并进行与论文相关的研究方向的学术交流，在学术会议上作口头发言或以墙报展示自己的研究成果。

### **5.其他能力**

硕士生应该具有团队精神和与他人合作的能力。需要发展尊重自然、尊重他人，并与同事平等相待，相互交流，合作共事的能力。

## **（四）学位论文基本要求**

### **1.规范性要求**

硕士学位论文应是一篇系统的学术文章，由硕士生在校导师的指导下独立完成。论文应该立论依据充分，科学问题明确，调查或实验设计合理，研究记录规范、数据真实，统计分析正确，结果可靠。论文图表符合相关学科规范，论文撰写层次清晰，推理严谨、符合逻辑，语言简明流畅，格式符合学位授予单位的要求。

### **2.质量要求**

硕士学位论文的研究成果应具备在生态学某一研究领域内有较新的理论发现或有较好的实际应用价值。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

熟练掌握生态学基本理论和研究方法,包括室内与野外实验及调查、数据分析、模型模拟等方法,具备揭示不同层次生命系统内在机理和机制的能力,熟悉本学科专门领域的发展动态;具有能独立从事与生态学相关的研究能力和学科视野,以及利用生态学原理分析与解决相关问题的创新能力。在掌握生态学相关专业知识的基础上,对探索生态学前沿科学问题具有浓厚兴趣,对全球和区域生态问题具有高度学术敏感性,对人类社会和地球环境可持续发展禀承高度责任感,对推进国家生态文明战略及人与自然和谐共生的现代化具有历史使命感。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

#### 1.学术素养

生态学博士生应具有良好的科学精神和严谨的科学态度,对生态学研究怀有浓厚的兴趣。掌握现代生态学的基本理论、基本知识、基本实验技能和调查方法,并了解生态学的理论前沿、应用前景和最新发展动态;熟悉国家生态环境保护、自然资源合理利用、可持续发展、知识产权等有关政策和法规的同时,具有一定的与本学科相关的知识产权、社会伦理等方面的基本知识;并掌握资料查询、文献检索及运用现代信息技术获取相关信息的能力和使用英语进行学术交流的能力。

#### 2.学术道德

生态学研究是引领人类智慧生存与科学发展的崇高事业,因此要求生态学博士生具有严谨求实的科学态度和追求真理的高尚品德,严格遵守学术规范。在研究工作中保证调查、观测、实验等数据客观真实,尊重他人的研究成果。科学论文或学术会议上发布的结果应该是所做研究工作的真实反映,杜绝任何剽窃他人成果、捏造和歪曲数据资料、有意提供误导性推论等不当学术行为。

### （三）获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识能力

有能力获得在生态学领域开展研究所需要的生态学、生物学、环境科学、地球科学等方面的背景知识，能够运用这些知识确定研究选题并设计可行的解决方案，并取得新的成果。应具备相对广博的知识以便与国内外同行进行有效的口头和书面交流。能够有效地使用数据库检索、数据处理等信息技术获得生态学相关领域的研究成果。参与一些对本科生和硕士生的教育过程（如作为助教，指导教师或实验课教师），扩大自己在研究论文内容之外的广泛兴趣、培养指导他人从事科学探索的能力。

## 2.学术鉴别能力

博士生需要熟悉某一特定生态学研究领域的文献，而且领会文献的学术思想、建立假说的依据和推理、调研和实验策略、技术方案、实验材料与方法、结果的分析与讨论等，在归纳了大部分已经积累的相关知识的基础上提出的新的理论、观点和模型。在熟悉文献的基础上，博士生需要能够判断研究领域的现有成果和研究争论，并根据现有研究基础进行选题论证，开展研究。对这些能力进行培养和评价的手段包括：博士生培养过程中的综合考试、开题报告、进展报告、中期考核、年度考核、预答辩等培养过程训练；经常阅读本学科及相关领域的主要学术刊物并加以总结；定期以书面和口头形式给出研究工作进展的学术报告；按照学术论文规范整理研究结果并撰写博士学位论文。

## 3.科学研究能力

博士生应该在生态学领域中的某一专门方向获得足够的专业技能，至少掌握某一领域的野外调查、基础实验操作技能或者模型模拟手段等基本技能，掌握包括对相关理论体系、对研究中使用的必要仪器设备的构造原理和对调查或实验过程中的质量控制有良好的理解；能够提出有关的科学问题并能够设计和完成为解决某一科学问题而需要进行的调查、观测或实验；并对所获得的数据进行统计及合理性评价，建立可检验的假说或模型来解释调查、观测或实验结果。

## 4.学术创新能力

创新性思维和创新性研究是本学科博士生的基本素质。创新性可以体现在发现新的生态现象与规律、新的生态学理论、新的生态学研

究方法，也可以是发展新的设备、工程或工艺，也可以是创新技术应用等。鼓励博士生开展具有原始创新意义的探索性研究工作，如对尚未被解释的自然、社会和经济的规律或现象进行探索性研究等。研究成果能够发表在国内外生态学领域主流刊物上。

## 5. 学术交流能力

在科学方面的交流方式包括符合逻辑的辩论、条理清楚的演讲和简明准确的写作。博士生应通过实践来逐步培养这些能力。学术交流能力的培养主要通过日常研究工作中的环节来实现，例如研究方案的准备、定期进行的研究进展汇报、文献讨论会和学术报告会上的发言与辩论、在国内外学术会议上做学术报告或进行墙报展示，论文写作或发表过程中与导师、合作者以及审稿人的沟通等。主要体现在能够熟练地应用英语等发表国际论文、做学术报告等。

## 6. 其他能力

生态学博士生应该具有团队精神和与他人合作的能力。在学习过程中应有意识培养自己尊重自然，尊重他人，与他人平等相处，相互信任、合作共事的能力。

### （四）学位论文基本要求

#### 1. 选题与综述的要求

博士学位论文应选择生态学的某个前沿领域的科学问题进行深入系统的研究，或选择对我国生态环境高质量发展、生态文明建设等有重要应用价值的课题进行深入探索。论文应具有创新性和可行性。在学位论文的综述中，应在充分阅读与研究课题相关的主要文献的基础上，掌握国内外最新研究进展的基础上，对该领域的现状和存在的问题进行客观分析，并对论文立题依据加以透彻的阐述。

#### 2. 规范性要求

博士学位论文应是一篇系统的、完整的学术文章，由博士生在导师的指导下独立完成。论文应该立论依据充分，学术观点明确，技术路线设计合理，调查、观测或实验记录规范、数据翔实，统计分析方法正确，结果可信，结论具有明显创新。论文图表应符合相关学科规范，论文撰写层次结构清晰，符合逻辑，语言简明流畅，格式符合学位授予单位的要求。

### 3.成果创新性要求

博士学位论文的研究成果应体现在生态学科前沿某一研究方向上有明显的突破和创新,或在某项生态工程技术或生态管理的研究中取得突出成果。

## 0714 统计学

中文名称：统计学

英文名称：Statistics

编写成员：统计学学科评议组

### 一级学科简介

#### (一) 学科概况

统计学历历史悠久。夏商时期，我国就出现了统计思想的萌芽；西周时期，我国就开展了有组织的统计活动。统计学的英文词 Statistics 最早源于现代拉丁文 Statisticum Collegium（原意为国会）、意大利文 Statista（原意为国民或政治家），以及德文词 Statistik（原意为政府统计），表示研究国家的科学。统计学的产生与发展与生产力发展、社会进步紧密相联。17 世纪，以威廉·配第 1690 年提出的“政治算术”的经济测度和约翰·格朗特于 1662 年出版的《观察》一书中提出的人口变动测度方法为标志诞生了统计学。19 世纪末，欧洲各大学开设的“国情纪要”或“政治算术”等课程名称逐渐消失，取而代之的是“统计分析科学”课程，它的出现是现代统计发展的开端。18 世纪末至 19 世纪末是统计学基础的形成时期，形成了以数理统计为基础的统计学的基本框架。拉普拉斯于 1802 年在法国进行的人口抽查中提出了抽样调查概念，并发展了相关技术。1805 年勒让德提出了最小二乘法。1809 年高斯等数学家逐渐建立的误差正态分布理论，奠定了现代统计方法早期的理论基础。比利时的凯特勒于 1835 年至 1846 年间将概率论中的中心极限定理与正态分布理论引入社会经济研究。1870 年，高尔登发现回归与相关概念，标志着统计推断时代的到来。这些早期工作为统计学建立了一个基于数据或然性特征的研究框架，并在这一时期形成了数理统计学和经济统计学。

20 世纪初以来，科学技术迅猛发展，社会经济发生巨大变化，统计学进入理论体系化发展成熟时期。卡尔·皮尔逊于 1900 年提出拟合优度检验，刻画观察现象与科学假说之间的距离，从此，人们能够根据观测数据评价假说的合理性。1908 年哥赛特（Gosset）提出的 t 分布概念及小样本理论标志着参数估计理论基础框架完成。费歇

尔于 1922—1935 年间提出了抽样分布、显著性检验、方差分析理论和试验设计理论等。1930 年，奈曼和爱根·皮尔逊提出了最优检验理论。20 世纪早期的研究确立了基于严格数学逻辑构建统计学理论体系的发展方向，推动了统计学的蓬勃发展并取得了辉煌成就。至此，围绕着以数据为核心探索事物内在关系及其发展变化规律为目标的现代统计学方法论科学体系逐渐形成。

进入 21 世纪，数据的采集和存储方式发生了质变，相应地，统计学也进入了挑战与机遇并存的阶段。计算机技术、生命科学、金融科技、数字经济等多个领域的进步，以及伴随而来的互联网革命、生物技术革命、人工智能革命等，正在深刻改变统计学的研究对象和研究方法。现代社会生活和科学研究中，数据或信息正以前所未有的规模和速度大量产生，同时数据的形式更加多样化，研究的科学问题也更加复杂。可以预见，21 世纪的统计学将继续扩展自身的内涵，从以方法论为重心延伸到数据采集和分析的全过程，与其他学科进行更广泛、更深入的交叉融合。

改革开放以来，尤其是设置统计学一级学科点以来，我国统计学科和统计学教育得到了快速发展，而随着人类社会进入大数据时代与人工智能时代，我国的统计学科和统计学教育必将迎来更大的发展。

## （二）学科内涵

### 1. 研究对象

统计学是关于收集、整理、分析以及解释数据的科学，其目的是通过分析数据，达到对客观事物内在规律的科学认识。这里的“数据”通常是指记录信息的载体。“由数据探索事物内在规律”是统计学的核心思想，贯穿于统计学的始终。大量数据从科学研究和社会生活中产生，因此，统计学在自然科学、人文与社会科学、计算机科学、工程技术、军事、航空航天、人工智能、工业制造、农业生产、生物医药、教育、心理和管理等许多领域都有着广泛的应用，并且推动着这些领域中科学研究的发展。

统计学的内涵体现在三方面：

（1）研究从客观世界中如何获取研究对象数据的方法，以及如何测度现实问题及复杂体系的方法；

(2) 基于经验数据, 采用归纳推理得到研究对象的“统计规律”, 并为深入认识现象本质提供重要依据;

(3) 为其他学科提供数据分析理论、方法与范式。

## 2. 理论体系

统计学是一个庞大的学科体系, 从问题到数据的获取, 从哲学思想到统计原理, 从场景知识到统计建模, 继而解决实际问题。在这一过程中产生统计学方法、算法和理论。其中, 数理统计学是统计学科的基础部分, 包括基于概率论建立的统计总体分布与数字特征, 基于归纳思想建立的统计估计与置信区间理论方法, 基于小概率事件在实际中不太可能发生而建立的假设检验理论方法, 基于随机化思想建立的数据获取和因果推断方法等。这些统计方法理论, 与经济学、生命科学、计算机科学、金融学、管理学、商学、教育学、心理学、体育学、医学、药学、环境科学等问题相结合, 产生了一个庞大学科群。统计方法为不同领域服务, 而各领域的相应理论也是统计应用的基础。

## 3. 知识基础

数理统计学为统计学科提供基础理论与方法, 包括: 观察和试验数据的收集, 以及数据分析的理论; 统计推断和统计决策的相关思想、理论模型; 以统计推断、统计建模、数据分析方法、统计计算、统计因果推断等为核心的理论和方法等。

经济统计学是与经济学相互交叉提出的统计理论与方法, 包括国民经济统计与国民经济核算、统计调查、综合评价、经济建模与预测等。

生物与卫生统计学是应用统计方法解决包括生物学、生态学、流行病学、医学、药学、群体遗传学、基因组学、公共卫生等领域中的统计问题, 包括统计推断、回归分析、属性数据分析、纵向数据分析、生存分析、试验设计、流行病学、统计遗传学、因果推断等。

统计机器学习是与计算机科学、人工智能交叉产生的统计理论与方法, 主要分为监督学习、无监督学习、半监督学习、迁移学习和强化学习等。

金融统计与经济计量是与金融学、经济学相互交叉, 针对金融和经济数据建模与分析而产生的统计理论与方法, 包括金融计量模型、

资产定价模型、经济计量模型、波动率模型，金融衍生品分析、时间序列分析、高频数据分析，以及量化投资方法、社会经济政策评价等。

风险管理与精算学是与金融学、管理学和精算学相互交叉而产生的统计理论与方法，包括风险测度、风险评估与管理、精算学、信用评级等。

教育与心理统计学是与教育学、心理学相互交叉而产生的统计理论与方法，包含教育评价、考试测评、心理测量等。

数据科学与统计应用是指统计及数据科学与除以上各研究方向以外的自然科学和人文社会科学领域广泛交叉而产生的分支。数据科学与统计应用分支的方法和理论基础包括数据科学中的统计理论与方法，以及前述几个分支所提供的理论与方法，强调统计学在数据科学中的拓展、延伸和融合，强调统计学理论方法与研究对象所在学科领域的结合。

#### 4.研究方法

统计研究方法包括针对背景问题的认知与量化表述，基于观察、调查、实验以及信息检索等多种渠道的数据收集与数据描述，统计模型构建与验证，对抽样推断、因果推断、相关分析、统计预测等结果的解释与反馈，以及证实与证伪相结合的研究方法等。

#### （三）学科范围

本学科的主要二级学科包括：数理统计学、经济统计、生物统计学、统计机器学习、金融统计与经济计量、风险管理与精算学、教育与心理统计学、数据科学与统计应用。它们的共同点是研究获取数据和分析数据的方法。各二级学科的主要研究内容如下：

##### 1.数理统计学

研究数据收集与分析的基础理论和方法，统计建模、统计推断、统计决策的原理和方法，以及特定的统计推断形式、特定的统计观点和特定的理论模型或样本结构等。

##### 2.经济统计

以社会经济现象数据测度与分析为研究对象，典型的研究方向有：构建社会经济现象测度指标及其体系；获取并处理相关系统数据的理论方法；基于测度数据分析复杂经济现象数量规律性的方法等。

通过国民经济核算、社会核算、综合评价、经济计量、统计调查、统计建模和分析、数据挖掘和机器学习等方法开展的数据研究，为经济理论研究及其政府、企业管理决策研究提供依据。

### **3.生物统计学**

用数理统计方法处理生物现象，探讨生物学、医学、药学和流行病医学等生命科学的实验性研究和观察性研究的设计、取样、分析、资料整理与统计推断等，探索生物和医学中的科学规律，分析评价生物和医学中环境、干预和暴露等因素对生物、环境和健康的影响等。

### **4.统计机器学习**

简称为统计学习，是以统计学方法为工具的机器学习，以数字、文本、图像、音频、影像等数据为研究对象，提取数据的特征，抽象出数据的模型，发现数据中的知识，实现对数据的分析与预测，以及基于数据构建统计模型并运用模型对数据进行预测与分析。

### **5.金融统计与经济计量**

以金融和经济数据的分析和预测为主要研究对象，建立金融和经济计量模型，确定金融市场和经济运行中的定量关系，分析、判断、预测金融市场走势和经济发展情况，为制定金融和经济政策、投资决策和定价提供科学依据。

### **6.风险管理与精算学**

以概率论和数理统计为基础，与管理学、金融学及保险理论相结合，研究风险度量、风险控制、风险管理与优化决策等问题，是现代金融保险业和社会保障事业的科学基础。

### **7.教育与心理统计学**

利用统计学的理论和方法，获取、整理、分析教育学和心理学科学研究的数据资料，定量描述教育和心理领域的事务和属性，认识、解释、发现和预测教育和心理的现象、本质、规律和发展趋势，是统计学与教育学和心理学的交叉学科。

### **8.数据科学与统计应用**

研究具有特定应用背景的统计学理论和方法，是统计学在数据科学中的拓展和延伸。它以数理统计基本理论为基础，突出统计学的实际应用以及统计学与数据科学的融合，是与数据科学、人文社会科

学、自然科学的交叉，研究如何将统计学与其他学科的理论方法相融合并解决相关领域的实际问题，从而丰富统计学理论与方法，扩大统计学适用范围，推动交叉学科的发展。

#### **(四) 培养目标**

##### **1. 硕士学位**

具有良好的政治思想素质和道德修养，具有严谨的学风和开拓进取及创新精神，掌握统计学基本理论和方法，能够熟练运用统计理论和统计计算工具研究解决统计相关问题，重点为政府部门、企事业单位和相关教育与研究机构培养高层次统计专门人才。

具体地，对统计学硕士生的要求包括：

(1) 应具备良好的数理统计和数据分析基础；能够熟练运用统计方法和统计软件分析数据，具备学术研究的基本能力。授予理学学位的学生应具有良好的数学和概率论基础；授予经济学位的学生应该具有良好的经济学基础。

(2) 掌握一定的交叉学科知识，具备开展跨学科特别是新兴交叉学科研究的能力。

(3) 学位论文应在某个统计专业方向上具有一定的理论创新或实际应用价值。

(4) 较为熟练地掌握一门外国语，能阅读本专业的外文资料。

(5) 恪守学术规范和道德。

(6) 具有发现问题、提出问题和解决问题的能力，能在政府、企业、事业单位，在科学研究、经济、管理等部门，在自然科学、人文社会科学、工程技术等领域从事统计应用研究和数据分析工作。

##### **2. 博士学位**

具有良好的政治思想素质和道德修养，系统掌握统计学核心理论方法，有良好的科研素养，具备提出科学问题和解决问题的能力，具有严谨的学风和开拓创新科学精神，能够胜任统计理论和统计交叉应用的相关研究与教学工作，重点为高等学校、科研机构、政府部门和企事业单位培养统计学研究和教学的高层次人才，包括统计学下属二级学科以及统计学向数据科学交叉延伸的跨学科人才。

具体地，对统计学博士生的要求包括：

(1) 系统掌握学科核心理论与方法，做到知识坚实宽广、专业系统深入。

(2) 授予理学学位的学生应具有坚实的数理统计和概率论基础；授予经济学学位的学生应该具有坚实的经济学基础。选择交叉领域问题研究的学生，应该掌握一定的交叉学科知识，具备开展跨学科研究的能力，特别鼓励学生开展新兴交叉学科的研究。

(3) 具有独立的科研能力，熟悉并掌握所研究领域的现状、发展趋势和前沿动态，在统计方法和统计应用方面有原创性研究工作，这些工作应体现在博士论文中。

(4) 具有良好的外语水平和进行国际学术交流的能力。

(5) 忠诚学术，淡薄名利，严谨治学，努力进取，回报社会。

### (五) 相关学科

数学、社会学、理论经济学、应用经济学、计算机科学与技术、控制科学与工程、管理科学与工程、工商管理学、农林经济管理、公共管理学、信息资源管理、会计、审计、教育学、心理学等。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本一级学科硕士学位应掌握的基本知识

掌握统计学科的基础理论，能够正确应用先进的统计方法解决有关科学技术研究中的问题；掌握统计学科有关的专业知识和一般学术动态，在统计应用方面或理论方面能做出具有创新性的成果，掌握一定的交叉学科知识，鼓励开展跨学科和新兴交叉学科的研究；具有独立从事统计应用或理论研究的能力。

要求硕士生能熟练应用统计软件包对数据进行统计分析，并具备解决相应实际问题的能力；具有进行学术交流所需要的外语水平。

应掌握的核心课程主要有：概率论、数理统计、回归分析、抽样调查、统计软件与计算等。

授予理学学位的硕士生还应掌握的专业知识主要有：非参数统计、多元统计分析、时间序列分析、试验设计、数据挖掘、统计机器学习、应用随机过程、统计计算、不完全数据分析、生存分析与可靠

性、纵向数据分析等。硕士生可根据所研究的方向有重点地选修相应的课程。

授予经济学学位的硕士生还应掌握的专业知识主要有：统计学原理、非参数统计、多元统计分析、时间序列分析、数据挖掘、机器学习、微观经济学、宏观经济学、计量经济学、保险精算、金融学、管理学、质量控制、风险理论、国民经济统计学、社会统计学、金融统计分析、市场调查与分析等。硕士生可根据所研究的方向有重点地选修相应的课程。

## **(二) 获本一级学科硕士学位应具备的基本素质**

### **1. 学术素养**

本学科硕士生应崇尚科学精神，具有良好的统计学素养，确保所使用的数据和研究成果真实可靠，熟悉统计学在自然科学、人文社会科学、金融经济、工农商等各行业中所发挥的工具性作用；掌握统计思想、理论和方法，有较强的专业技能拓展能力，具备较好的理论研究潜力；在多个理论与应用领域，能够利用统计学及相关领域的知识独立地解决理论和应用问题，并发展统计学的理论与方法。

### **2. 学术道德**

培养热爱祖国、遵纪守法、学风严谨、品行端正的统计学专业人才，有较强的事业心和献身科学的精神，积极为社会各项建设事业服务。严格遵守国际的和国家的专利、著作、合同等有关规定，不得侵犯他人的知识产权。在实际工作中，对统计学及相关学科学术史和学术背景应有较全面的了解。

## **(三) 获本一级学科硕士学位应具备的基本学术能力**

本学科硕士生应是统计学方面的高级应用研究人才。具有良好的统计学和数据科学基础，掌握相关学科方向的专门知识，熟悉所研究领域的现状、发展趋势和学术研究动态，具有较强的从事理论研究或应用研究的能力，能够在统计学或统计应用上做出有价值的成果。

### **1. 获取知识能力**

本学科硕士生获得的统计学学科知识必须达到专业化水平，具备较好的理解本学科领域科研文献的能力，具有与有关专业人员合作进行科学研究或解决实际应用问题的能力。

本学科硕士生善于接受新知识、提出新思路、探索新课题，并具有较强的适应性和良好的团队合作精神。

## 2.科学研究能力

统计学硕士生应该具有一定的统计科学研究能力，具有良好的科学素质，严谨的治学态度，较强的开拓精神，有发现问题、提出问题、解决问题和表达问题的能力，有很强的适应性和良好的团队合作精神和从事科学研究的能力。

## 3.实践能力

本专业的硕士生应该具备统计调查研究的实践能力，具备与实际部门人员沟通交流的能力，具备从实践中提出统计研究问题的能力，具备研究解决实际问题的能力等。培养单位应与实际部门合作建立实践教学和研究基地。

## 4.学术交流能力

本学科硕士生应具备与其他学科领域交流与合作的能力，能够用通俗的语言和文字使得非统计专业的人员理解和正确使用统计方法解决实际问题的能力。

## 5.其他能力

至少掌握一门外语，能够熟练阅读本专业的外文资料。具备在政府、企事业单位，在科学研究、经济、管理等部门，在自然科学、人文社会科学、工程技术等领域从事统计应用研究和数据分析工作的能力。

### （四）学位论文基本要求

硕士生应在导师指导下应通过科研全过程训练，学位论文选题应有意义且内涵较丰富，较好地掌握该选题研究的基本理论与方法，对该选题的主要文献与最新进展应有较好的了解。硕士学位论文应系统完整，其中必须包含综述部分和创新部分，创新结果的论证或实现应有一定难度。

#### 1.规范性要求

硕士学位论文必须是一篇（或由一组论文组成的一篇）系统完整的学术论文，应是硕士生应在导师指导下独立完成的研究成果，不得抄袭和剽窃他人成果。学位论文的学术观点必须明确、逻辑严谨、文

字通畅，且要规范引用他人的数据和成果。

## 2. 质量要求

硕士学位论文应属于国内学科前沿课题，或者对其他学科领域的实际问题、国家经济建设或社会发展有意义的课题，能够表明作者掌握了统计学科的基础理论和专业知识，能够体现作者从事应用研究或理论研究工作的能力。

## 博士学位基本要求

### （一）获本一级学科博士学位应掌握的基本知识及结构

统计学博士生应具备扎实的统计学理论，掌握坚实宽厚的统计学理论基础和应用技能，并了解统计学前沿动态。

#### 1. 获理学博士学位应掌握的基本知识及结构

获得统计学理学博士学位的基本知识包括统计学基本理论和统计学应用方法。统计学基本理论是以样本对总体进行推断的方法论体系。要求统计学博士生具有扎实的数学与概率论基础，掌握数理统计学与数据科学的专业基础知识；统计学应用方法是指统计与数据科学方法在解决领域问题中的应用与发展。针对相关学科领域中一般性的统计问题，能够提出新的统计方法。针对其他学科和社会经济发展中提出的问题，能够创造性地应用统计方法给予解决。

#### 2. 获经济学博士学位应掌握的基本知识及结构

获得统计学经济学博士学位的基本知识包括经济学基本理论、统计学理论与方法。经济学基本理论要求掌握关于国民经济运行与微观经济主体行为的经济学基本理论，主要包含高级宏观经济学、高级微观经济学理论以及经济史与经济思想史的基本知识；统计学理论与方法主要包括经济统计学、经济计量学、数理统计学三个方面。

此外，统计学博士生还应具备了解统计学前沿动态的能力。要求博士生掌握统计学理论与应用发展的国内外前沿动态、具备必要的计算机编程能力和数据处理能力，具备进行国际学术交流的外语能力。理论统计方向的博士生应掌握国际热点研究方向的理论和方法。应用统计方向的博士生应掌握相关交叉学科的专业基本知识。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本素质

## 1.学术素养

本学科博士生应具有较高的统计学素养，崇尚科学，对学术研究有浓厚的兴趣；熟悉统计学在自然科学、人文社会科学以及在国民经济各行业中所发挥的工具性作用；对统计学及所研究方向涉及的相关科学学术背景应有全面而深入的了解；具备较好的理论研究与技能拓展的功底；在多个理论与应用领域能基于统计学及相关领域的知识独立地解决理论和应用问题，并发展统计学的理论与方法。

本学科博士生应热爱祖国、遵纪守法、学风严谨、品行端正，且具有较强的事业心、献身科学和求真务实的精神，积极为社会各项建设事业服务。

本学科博士生应具备良好的团队精神，尊重他人的学术思想、研究方法与研究成果。

## 2.学术道德

本学科博士生应秉持实事求是的科学精神，严格遵守国际和国家专利、著作、合同等有关法律规定，遵守学术道德规范；在论文或报告中应引用规范得当，数据真实可靠，不得侵犯他人的知识产权。

### （二）获本一级学科博士学位应具备的基本学术能力

#### 1.获取知识能力

本学科博士生是统计学科的高级研究人才，应具有坚实而广博的统计学基础，掌握所研究领域专业知识、熟悉所研究领域的现状、发展趋势和前沿动态。能够借助网络和各种信息检索工具，跟踪所研究问题的最新进展，避免盲目地研究他人已经完成的科学问题。

了解和学习其他学科领域中新生的统计问题和方法，特别是对于统计应用方向的博士生，应该不断地学习相关应用领域的知识，对所研究的交叉领域问题，有深刻和全面的了解，掌握领域问题所涉及学科的基础理论、知识体系、发展现状以及学科发展的前沿问题，通晓该学科的历史发展过程，了解其在统计学科中所处的地位以及与相关学科的关系。

#### 2.学术鉴别能力

本学科博士生应能把握统计前沿研究的趋势，能够区别相关理论和方法的特点。在统计方法应用中能够掌握该方法的前提条件，能

够正确判断各种方法在解决问题中的适用性,对方法应用中的局限性能够提出相应的解决方案。同时,统计学博士生应具备对统计学科文献进行评价和鉴别其理论意义和应用价值的能力。在对他人成果进行评价时,应在充分掌握国内外相关数据和材料、理论和应用结果的基础上,维护学术评价的客观公正性,力求做出全面和准确的评价。

### **3.科学研究能力**

统计学博士生应该具有全面的统计科学研究能力,要有发现问题、提出问题、解决问题和表达问题的能力。提出问题的能力建立在对研究现状的掌握程度、直观能力和洞察力等基础上,能够独立地提出有理论意义和应用价值的统计问题是向研究者转变的关键能力。

解决问题的能力表现在创新性、逻辑推理、理论拓展和数据分析能力等方面。需要清楚地描述定义并提出假设,通过正确清晰的推理提出具有理论意义和应用价值的创新理论和方法,并通过数据收集、处理与分析对理论假设进行验证。在应用方面,能够通过方法创新和数据分析解决实际问题。

表达问题的能力表现在书面和口头上能准确地表达自己的研究成果,突出研究成果的创新性。

本学科博士生应具有良好的科学素质,严谨的治学态度,执着的开拓精神,善于接受新知识,并具有很强的适应性和良好的团队合作精神及独立从事科学研究的能力。在所研究领域的一些较重要的课题中取得系统的、有创新性的研究成果,或与有关专业人员合作解决某些重要实际问题。可从事相关专业的高层次研究和教学工作,或在其他实际部门解决工作中的统计问题。

### **4.学术创新能力**

学术创新能力建立在前沿学术文献学习和评价的基础上,对学术界提出的(重大)理论问题或面对社会发展的(重大)现实问题,提出解决问题的研究假设和研究思路,给出有证据、可重复验证的解决方案。或者面对科学理论或社会实际,能够提出新的有理论价值和实际意义的统计问题,并能够创造性地研究解决问题。

### **5.学术交流能力**

本学科博士生还需要具有与本学科或其他学科领域交流与合作

的能力，能够用通俗的语言和文字使得非统计专业的人员能够理解和正确使用统计方法解决实际问题。

本学科博士生应至少掌握一门外语，能熟练阅读本专业的外文资料并能独立撰写外文学术论文；具备熟练进行国际国内学术交流的能力，准确表达学术思想和展示学术成果的专业能力；熟练运用计算机及相关软件从事科研、教学、统计应用以及其他学科领域中与统计相关的研究开发工作。

## 6.其他能力

其他能力还包括对新知识新领域问题的探索兴趣和学习能力，收集和获取数据、清理和描述数据的能力，大规模复杂数据运算的编程和计算能力，与研究团队和交叉领域专家沟通与合作的能力，批判性思维以及归纳分析和逻辑推理能力，良好的时间管理和身体管理能力，接受挫折、面对挑战的心理能力，口头和文字表达能力，以及服务国家与社会的意识等。

### （四）学位论文基本要求

#### 1.选题与综述的要求

博士生应在导师指导下进行科研全过程的完整训练。学位论文的选题应具有重要的理论意义或实际应用价值，内蕴丰富，且掌握该选题所采用的基本理论与方法，对该选题相关的主要文献应有系统深入的梳理解读。博士学位论文应具有系统性与完整性，特别是应包含选题背景、综述与创新部分，各部分具体要求如下：

选题应在推动学科主要研究方向和发展方面，具有重要的理论学术价值或实践指导意义。

综述是论文的重要组成部分。任何理论与应用创新都是在前人相关学术研究成果的基础上发展起来的，通过对相关历史文献的梳理，可以进一步明确与本选题研究相关的理论与方法，并确定本选题研究的创新起点。另外，通过与已有文献的区分，可以界定本选题研究工作的创新范围。

主体部分应是其创新性的研究成果。创新结果应论证充分、特色鲜明并具有一定的深度，在本学科或相关学科领域具有较显著的创新性贡献或较重要的应用价值。

## 2.规范性要求

博士学位论文应是一篇（或由一组论文组成的一篇）系统的、完整的学术论文。要求论文主题明确，结构完整，学术观点鲜明，分析逻辑严谨，理论方法应用合理，文字流畅。博士学位论文一般应包括：封面、论文中英文摘要、论文目录、正文、参考文献、发表文章目录、致谢等。博士学位论文应是博士生在导师指导下独立完成的研究成果，不得抄袭和剽窃他人成果。

## 3.成果创新性要求

博士学位论文的理论成果必须是针对国际上尚未解决的问题所提出的系统正确的理论或应用方法；应用成果必须是针对相关领域的科学研究或对我国经济建设及社会发展有重要意义的课题所进行的研究，研究成果对实际问题具有重要的应用参考价值。论文必须突出成果在理论、方法和应用上的创新性和先进性，并能表明作者掌握了坚实宽广的本学科理论基础和系统深入的专业知识，具有独立从事科学研究工作的能力。

## 0751 气象

中文名称：气象

英文名称：Meteorology

编写成员：全国气象专业学位研究生教育指导委员会

### 专业学位类别简介

#### （一）专业学位类别概况

我国正在从气象大国向气象强国迈进，现代气象业务内涵发生深刻变化，气象事业进入高质量发展的新阶段。气象观测技术逐渐以地基、空基、天基观测系统的综合集成发展为趋势，气象业务系统交叉复合性越发凸显，更加突出信息化、系统化和综合应用性，气象行业的服务领域愈发广泛，各行各业对气象服务的依赖性越来越强，对高质量气象服务的需求更加精准化和多样化。与此同时，气象产业市场在气象装备、软件开发、行业服务等领域蓬勃发展，有着极为广阔的市场前景。在此背景下，气象在学科专业建设和人才培养方面应对行业内涵和外延进行变革，更加突出气象学科专业与其他自然学科、工程学科、社会管理学科之间交叉与融合，更加强调培养学生业务动手能力和综合素质，培养方式和培养体系也从“传统型”向更多依靠科学分析、驾驭现代预报技术的“现代型”转变。

气象专业学位类别于2022年由国务院学位委员会批准设置，分为硕士和博士两个层次，主要包括气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等专业领域。

气象专业学位类别将面向现代气象事业信息化、智能化、国际化和多学科交叉的发展需求，将人工智能、大数据、物联网等新兴技术与大气科学、灾害学、生态学、环境学等有机结合，研究气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等理论、方法与技术应用，服务“双碳”计划、全球气候变化应对、生态文明建设、气象防灾减灾、“一带一路”倡议、军民融合与国防安

全等国家重大战略，培养适应现代气象业务发展的高层次复合型应用型创新人才，有力支撑国家气象事业发展。

## （二）专业学位类别内涵

### 1. 气象专业领域简介

（1）气象探测：旨在面向现代气象探测技术发展与气象观测业务需求，提高空天地一体化气象监测水平，提升气象信息获取及共享能力。涵盖气象要素遥感探测原理与技术研究，卫星气象应用技术研究，气象卫星数据与产品的应用和服务，新型气象探测传感器与装备的研发与研制，气象探测站网与综合观测系统的规划布局理论与工程应用。重点聚焦仪器装备国产化，实现气象探测领域与工程技术、大数据、人工智能、量子技术等学科的深度交叉，并涉及观测数据的质量控制、反演与同化，以及各行业的气象及相关数据的获取、服务技术与应用研究等。旨在为气象、航空、军事等多领域培养具备气象探测理论、技术、应用等系统性知识体系的高层次复合型应用型创新人才。

（2）气象信息与大数据：旨在推进高水平气象信息化、智能化建设，提高气象信息服务保障国家经济社会发展与构建人类命运共同体的能力和水平。涵盖气象大数据存储、分发、共享、信息安全技术；气象大数据处理、挖掘、可视化技术；以深度学习为基础的气象信息智能融合、智能分析、智能处理技术；以人工智能大模型为代表的气象智能预报及预报产品智能应用技术、气象信息系统集成与开发技术等方面。培养气象数据云存储、数据加密、区块链与气象大数据共享、知识图谱与深度学习、气象数据可视化与地理信息系统、气象信息系统等技术开发、集成创新、示范推广和管理等能力的高层次复合型应用型创新人才。

（3）气象模式与预报预测：旨在面向国家重大战略、世界科技前沿中存在的气象模式关键技术问题，建设以智慧气象为主要特征的现代化气象模式系统。研究各类气象模式的开发、预报预测技术和工程系统研发，以及模式产品的释用和工程应用，涵盖模式动力框架、参数化方案、同化算法和技术、AI建模方法、模式并行计算方法、模式试验与评估，大数据后处理和产品可视化等，基于气象模式和专家

系统的短临、短期、中期、延伸期、次季节到季节和年际到年代际预报预测方法,以及各类气象预报预测和应急预警平台相关的技术研发和系统应用。培养从事气象模式和预报预测研发及其应用的高层次复合型应用型创新人才。

(4) 气象服务与应用:旨在增强气象服务经济社会发展能力,为各行各业提供高质量气象服务和应用。涵盖农业、能源、交通、生态、航空、航运、物流、林草、导航、环境、经济等行业气象应用技术;气候资源开发利用技术;气候资源经济价值论证与评估;气候金融与经济贸易;精细气象服务和应用系统研发;气象服务效益评估方法和技术;韧性社会 and 经济发展技术与路径;健康气象技术与工程,包括高温、低温、干旱、降水等天气变化对人体的影响,大气污染对人体健康的危害等;公共气象服务的新途径和新方法,生态文明建设气象服务、高品质生活气象服务、区域协调发展气象保障服务、全球气象服务。培养公共气象服务和行业气象服务及应用相关的方法研究、技术研发、应用示范及产业经营和管理的高层次复合型应用型创新人才。

(5) 人工影响天气技术与工程:旨在增强人工影响天气技术水平,推进人工影响天气高质量发展,服务国家可持续发展和人民生活。涵盖人工增雨、人工防雹、人工消减雨、人工消雾、人工防霜等催化技术;监测预警与实时作业指挥技术;人工影响天气作业装备研发技术;室内实验与新型催化剂研制技术;研究试验与作业指标研发技术;云水资源评估技术;人工影响天气综合观测技术;人工影响天气效果及其气候效应评估技术;人工影响天气数值催化模拟技术;人工影响天气工程建设与安全管理。培养能够从事人工影响天气理论研究、业务应用以及管理服务的高层次复合型应用型创新人才。

(6) 气象灾害与风险管理:旨在减轻气象灾害对人员、财产和环境造成的影响,保障公众的生命财产安全和社会稳定。涵盖气象灾害监测预警及风险评估;气象灾害风险转移与金融保险;灾害防御与应急管理;气象应急管理;大气环境管理与污染控制技术,大气污染物准确、可靠监测和评估技术,大气污染物源解析和污染物传输模拟等。培养面向气象灾害预测、防灾减灾、大气环境、基层应急和公共

卫生领域，熟悉各类突发事件的发生与演化机理，掌握突发事件预警预测、应急处置的专业知识与技能，从事突发事件的应急决策、应急处置、应急管理等技术和管理工作的高层次复合型应用型创新人才。

(7) 气候变化应对技术与工程：旨在提升应对气候变化的科学水平和服务国家战略决策的能力，增强参与全球气候治理科技支撑能力。涵盖气候变化检测归因和评估技术、气候变化风险预警和决策技术；温室气体监测与动态跟踪技术；生态系统固碳增汇技术与工程；碳中和相关技术与工程；气候工程应对技术；大气环境气候效应评估技术；土地利用应对技术；重点行业和领域气候变化影响评估与适应技术；城市规划、大型工程建设的气候可行性论证技术。培养具备气候变化应对技术和工程相关的机理研究、评估技术、系统研发能力的高层次复合型应用型创新人才。

## 2.气象专业硕士简介

气象专业硕士培养包括上述(1)至(7)领域。

气象专业硕士培养应紧扣国家气象高质量发展需求的气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等理论、方法与技术应用，开展系统调查或试验研究、示范推广、科技服务、科学普及等工作。培养单位应符合气象专业硕士专业学位授权点基本条件，满足专业特色、师资队伍、人才培养环境与条件，以及开展相关领域人才培养的产教融合、联合培养、实践基地等其他要求。

## 3.气象专业博士简介

气象专业博士培养包括上述(1)至(7)领域。

气象专业博士培养应聚焦气象重点重大科技领域的关键应用难题和“卡脖子”技术难题，开展技术攻关、技术创新和气象在行业服务领域应用。培养单位应符合气象专业博士培养相关要求，在专业特色、科技创新平台、科技成果转化、师资队伍、服务社会工作机制、管理制度体系建设等方面具有扎实基础；建有合作基础厚实，规模条件、产业导师、运行管理等方面满足高级专门人才培养要求的产学研合作基地。

### （三）专业学位类别服务面向

气象专业学位类别面向我国气象高质量发展，服务国家“双碳”计划、全球气候变化应对、生态文明建设、气象防灾减灾、人民生命健康、“一带一路”倡议、军民融合与国防安全等国家重大战略，在气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等领域，培养适应现代气象业务发展的高层次复合型应用型创新人才。

### （四）专业学位类别培养目标

气象专业学位人才的培养包括知识传授、能力训练和科学素养提高等多个方面，气象专业学位学生均应恪守学术道德，具有较好的学习能力、发现和解决问题的能力、学术交流能力和团队合作精神，在专业理论水平和实践能力方面具有明确的培养目标。

1.硕士学位：具有良好的政治素质，系统掌握马克思主义基本原理和中国特色社会主义理论体系，具有强烈的爱国主义精神和高度的社会责任感，遵纪守法，品德优良；应掌握气象专业学位坚实的基础理论和系统的专门知识，对本学科的现状和发展趋势有基本的了解；有严谨求实、勇于探索的科学态度和作风，具有解决应用科学技术问题的能力；较为熟练地掌握一门外国语，能阅读本专业的外文资料；能从事教学、科研、设计和技术管理或其他工程技术工作。

2.博士学位：具有良好的政治素质，系统掌握马克思主义基本原理和中国特色社会主义理论体系，具有强烈的爱国主义精神和高度的社会责任感，遵纪守法，品德优良；应具有坚实宽广的气象专业学位基础理论和系统深入的专门知识，以及较为宽广的相关学科基本知识；了解学科的现状和前沿趋势，能应用理论或实验的研究方法开展创新性研究工作；具有独立从事应用科学研究工作的能力，并有严谨求实和勇于探索的科学态度和作风；至少掌握一门外国语，能熟练地阅读本专业的外文资料，具有良好的写作能力和进行国际学术交流的能力；能胜任教学、科研和技术管理等方面工作。

## 学位基本要求

### 硕士学位基本要求

#### (一) 获本专业学位类别硕士学位应具备的基本素质

##### 1. 学术道德

应充分了解并遵守国家相关的学术行为规范和科技伦理要求，具有严谨的科学态度，实事求是、精益求精的工作作风，恪守学术诚信和学术规范。严格遵守科学研究的准则、方法和规范，尊重他人知识产权和劳动成果，具备良好的科研记录习惯，保留完整翔实的原始科研记录。尊重知识产权和学术成果，杜绝一切学术不端行为。

##### 2. 专业素养

具有较扎实的气象应用基础理论；了解气象学科的历史、现状和发展前沿，对所学专业具有浓厚兴趣，具备严谨的治学态度及勇于创新的进取精神；具有较强的学习能力、实践能力、分析和解决问题的能力，在气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等领域，系统掌握从事相关的气象管理、业务、技术服务、科研等工作的专业能力；具有一定的专业洞察力和专业潜力，具备扎实开展试验及获取与分析生产实践数据的能力。

##### 3. 职业精神

具有高度的社会责任感、强烈的事业心和科学精神，崇尚人、社会、自然和谐发展；恪守职业道德和工程伦理规范；富有团队合作和吃苦耐劳精神，具有良好的身心素质和环境适应能力，能正确处理国家、集体和个人三者之间的关系。

#### (二) 获本专业学位类别硕士学位应掌握的基本知识

##### 1. 基础知识

掌握本专业所必须的数学、物理学和大气科学等自然科学领域的基础知识、基本理论与技能；具备外语、计算机及信息技术应用、文献检索、科技写作等方面的知识；了解与实际生产有关的气象管理、法律法规等方面的知识。

##### 2. 专业知识

掌握高等天气学、高等大气探测学、应用气象学、公共管理、地

理科学等方面的基本理论；掌握气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等领域的气象学知识和应用技术；熟悉我国气象发展现状与主要问题，了解国际气象科技的发展动态和趋势。

### **（三）获本专业学位类别硕士应接受的实践训练**

#### **1.专业实践**

培养单位应有实践教学管理办法和实践教学案例库，优先利用校企、校院和校地合作的专业学位教学实践基地。专业技能实践训练贯穿于初级实践、课程教学、生产实习、学位论文撰写等培养全过程。课程教学组织中结合业务实际和研发实践，针对性地开展基本实践技能训练，提高动手能力。实习活动应在导师团队指导下开展，可以采取分散与集中相结合的方式，原则上累计不少于6个月。实践训练采用集中与分段、校内与校外相结合的方式进行，结合研究生自身的工作实际及师生商定的项目安排开展实践训练。导师要全过程指导与管理研究生专业实践，学生应按照要求撰写实践训练报告，学院或研究生管理部门要加强过程评价及结果评价。

#### **2.案例教学**

各专业课教学中案例教学不少于总学时数的20%。选取发现和解决应用实践问题的典型案例，通过情景模拟、理论分析和交流讨论等方法，引导研究生应用理论知识对气象学问题进行综合分析，解决实际问题，实现理论与实践有机结合和协同促进，切实提高研究生分析和解决业务和产业问题的能力。

### **（四）获本专业学位类别硕士应具备的基本能力**

#### **1.获取知识能力**

具备课堂学习、实践学习和自主学习能力，借用各类方法和途径有效获取气象知识与信息，并通过分类与整理、比较与分析、综合与归纳、提取与再制，形成为己所用的知识，养成终身学习的习惯。

#### **2.发现和解决问题能力**

掌握开展气象研究的方法，具备从实践中发现问题并针对问题开展调查研究的能力；理解本专业的应用型研究内涵，能在导师指导下

制定解决问题的技术路线和实施方案，能完成本领域内的科学研究，能有效地开展数据分析和论文的规范撰写。

### 3. 实践研究能力

能够理论联系实际，具有从实践中发现问题的认知能力和分析问题的能力，能够综合运用专业知识，通过科学实验、调查研究、数据分析与评估、研究方案设计、案例分析等实践研究手段解决实际技术问题。

### 4. 管理与协调能力

具有良好的组织管理与协调能力，能独立、有效地开展现代气象技术的推广服务、技术监督、行政管理等工作。

### 5. 交流沟通能力

具有良好的语言交流能力，善于表达与沟通，具有较强的应变能力；熟练掌握学术论文写作规范，善于将研究发现以严谨、科学的语言进行表述；能够熟练阅读专业领域的外文资料，并具有较强的书面交流和口头表达能力。

## （五）学位论文基本要求

### 1. 选题与论文形式

论文选题应直接来源于行业与产业实际或者具有明确的行业与产业背景和应用价值，可以是一个完整的工程项目策划、工程设计项目或技术改造项目。硕士学位论文应具有开题环节；开题报告通过后，原则上不再改变，如论文选题有重大变化的，需重做开题报告。论文形式可归纳如下：

#### （1）专题研究类

选题应来源于气象相关涉及现实需求和实际问题，通过文献分析，结合国内外行业及产业实际调研，聚焦主要科学或技术问题。选题要有一定的理论价值和创新性，对促进社会发展或产业实践有重要的应用价值。

#### （2）调研报告类

选题应直接来源于气象行业实际，主题鲜明具体，立足于解决现实问题或产业背后的科学问题，应有明确的职业背景和应用价值；聚焦专业问题，内容有一定深度和代表性，调研结果应提出专业性价值

较高的结论与建议。

### (3) 案例分析类

选题应直接来源于气象行业真实客观事件，案例必须具备真实性、典型性和问题导向；案例素材必须是学生或导师亲身经历，或者对气象现代化具体问题、气象领域的地区或企业做深入考察、思考的基础上提炼获得。选取具有专业性、典型性、特殊性、理论启发性等特点，且具有实践价值和可操作性的一手真实案例信息，运用本领域理论知识对案例进行详尽、系统和深入的分析研究，并提出有较高应用价值的解决方案或科学结论。

### (4) 产品（工程）设计类

产品（工程）设计可以是设计新产品（工程），也可以是对已有产品（工程）的改进和完善，提升产品（工程）的品质或价值。产品（工程）设计类论文的选题应来源于气象领域的现实问题，符合产业需求；内容要有一定的深度，设计的结果对气象行业技术发展和仪器研发具有一定的实践或应用价值。论文应反映产品（工程）的构思和设计（创作）的全过程。

### (5) 方案设计类

方案设计类论文可以是聚焦气象现代化、气象行业中技术发展类项目的策划、产品、工艺、技术、工程等原创性方案设计，也可以是对已有策划、产品、工艺、技术、工程等方案的重要提升和改造，也可以是气象高质量发展规划等。选题应来源于气象行业技术领域实践需求，具备较强的可行性、实用性和可推广性。报告应反映方案构思、创作、展示、成果等全过程内容。

## 2. 论文规范要求

学位论文的写作格式、字数、版式、参考文献等按照《学位论文编写规则》的国家标准（GB/T7713.1-2006）和培养单位制定的具体规定统一执行。应有专门部分对有关研发进展进行综述；涉及的名词术语要使用科学名称；采用标准的、规定的或公认的分析方法，并注明出处，自己建立的新方法须详细描述操作程序，对采用的实验材料进行必要的说明；数据处理要符合统计学要求；缩略语第一次出现时必须注明全称，全文缩略语应以单独列表的形式列在文前或参考文

献后；论文中应有必要的图表，并附有图表标题和注释；应有专门的部分对结果进行分析讨论，阐明研发结果的科学意义或应用价值，提出进一步研究的建议和展望。

专题研究类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、研究部分、讨论、结论与建议。调研报告类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、调研部分、分析讨论、调研结论、建议与展望。

案例分析类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、案例部分、思考与分析。

产品（工程）设计类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、产品（工程）设计或工程技术研究、产品（工程）方案设计、潜在经济效益分析、综合讨论及结论。

方案设计类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、理论基础、方案设计及创作过程、方案成果、方案验证、结论与展望。学位论文应独立完成；若涉及团队工作，需注明属于团队工作并明确个人独立完成的内容。

### 3. 论文水平要求

学位论文工作量应较为饱满；学位论文工作应有一定的技术难度和深度；学位论文中的文献综述应对选题所涉及的国内外气象应用现状进行清晰地描述与分析；研究成果应服务解决气象应用所涉及实际问题，能创造一定的经济、社会或生态效益，研究成果能在知识、技术、方法或产品等方面推陈出新，在解决产业技术问题方面具有一定的实用性、先进性或创新性。

## 博士学位基本要求

### （一）获本专业学位类别博士学位应具备的基本素质

#### 1. 学术道德

应遵守各项法律法规，恪守学术规范，维护学术诚信。具有科学严谨的治学态度和追求卓越的进取精神，尊重他人劳动和权益，自觉维护并尊重知识产权，正确引用别人的学术成果，杜绝一切剽窃、抄袭等学术不端行为。养成优良的学术品行。正确处理科学研究活动

中存在的各种利益关系，不利用科研活动谋取不正当的利益。

## 2.专业素养

具有较高的学术精神、创新思维与工程能力。具备气象学基础理论知识应用、气象类专业工具开发及使用的基本技能；在气象探测、气象信息与大数据、气象模式与预报预测、气象服务与应用、人工影响天气技术与工程、气象灾害与风险管理、气候变化应对技术与工程等应用领域，具备从事相关的气象管理、业务、技术服务、科研等工作的专业能力；具备较强的创新能力和拓展学科新领域的学术潜力，同时具有良好的团队合作精神和协作意识。熟练掌握现代信息工具、方法和技能，勇于创新、善于实施，能够综合应用交叉学科知识发现、分析并解决复杂工程问题；具有良好的国际交流与气象产业服务能力。

## 3.职业精神

应脚踏实地、务实创新、勤于实践，具有服务国家和人民的高度的社会责任感、良好的职业道德，具有诚实守信、科学严谨、爱岗敬业、求真务实的学习态度和工作作风，恪守职业道德和学术伦理，具备适应未来职业发展的职业意识、团队意识和组织管理能力等。坚定科技自立自强，具备国际视野、创新精神、跨学科合作和团队精神，致力于通过气象科技创新，推动产业高质量发展，为气象科学的发展和应用做出重要贡献。

### （二）获本专业学位类别博士学位应掌握的基本知识

#### 1.基础知识

应具有扎实的气象、生态、环境科学与工程、公共管理、地理科学等领域的基础知识、基本理论与技能，具有独立从事技术研发与应用的能力。具有外语、计算机及信息技术应用、文献检索、科技写作及经济管理等方面的知识。

#### 2.专业知识

掌握现代气象业务和公共气象服务的相关进展和国际最新趋势，具有在科学研究中独立提出创新应用性科学问题并开展研究的能力，掌握高级的气象数据处理、分析和挖掘技术，包括高效的数据质量控制方法、复杂的数据插值与空间统计分析、机器学习和数据挖掘算法、时空数据可视化技术、应急响应决策、通导遥技术、公共管理方法、

气象灾害风险管理、气候变化与环境因素分析等前沿技术，作为支撑专业技术和能力的基础；具备气象资料处理及应用的基本知识储备和技术，具有应用所学专业知识和技能从事农业、生态、环保、能源、国防等领域相关的应用气象管理、业务、技术服务、科研等工作的专业能力；熟悉气象数据在各领域的高级应用和服务等行业相关知识，熟悉气象相关人文社会基础知识，熟悉我国气象行业相关的政策法规、管理程序和要求。

### **（三）获本专业学位类别博士应接受的实践训练**

#### **1. 专业实践**

至少应接受 12 个月的气象应用领域的创新实践训练，并在实践教学基地完成。培养单位有实践训练管理办法和实践教学案例库，应优先利用科技小院及校企、校院和校地合作的专业学位教学实践基地。专业实践训练计划可由学院、研究生导师与学生共同拟定，实践训练可以是气象灾害影响评估及预估、气象灾害风险评估和预警、气候资源开发与利用、气象防灾减灾技术、行业气象应用、大气环境治理技术等推广示范与服务等。实践训练在研究生导师指导下采用集中与分段、校内与校外相结合的方式开展，也可结合研究生自身的工作实际及师生共同商量的项目开展实践训练。导师对研究生专业实践要实行全过程的指导与管理，学生应撰写实践训练专题报告，学院或研究生管理部门对研究生专业实践进行过程评价和结果评价，确保研究生不断提高理论水平和解决产业问题的能力。

#### **2. 案例教学**

各专业课教学中案例教学不少于总学时数的 20%。选取气象应用过程中发现和解决产业问题的典型案例，通过情景模拟、理论分析和交流讨论等方法，引导研究生综合应用理论知识解决实际问题，实现理论与实践应用有机结合和协同促进，有效提高研究生分析和解决实际问题的能力。

### **（四）获本专业学位类别博士应具备的基本能力**

#### **1. 获取知识能力**

具备广泛的学习能力和自主获取知识的能力，了解国内外本领域的科技发展动态与趋势，能够深入研究和掌握气象的相关理论、技术

和方法。掌握文献检索方法，通过阅读专业文献来掌握和获取专业知识、研究资料和研究方法等信息，了解气象数据工程的发展脉络，并能通过相关学科技术发展演绎，推导新的研究方法或途径。熟练运用至少 1 门外语进行国际交流和信息获取。

## **2.发现和解决问题能力**

应能适应科技进步和社会发展的需要，掌握坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识，在深入了解本学科发展方向及国际学术研究前沿的基础上，提炼出关键技术问题，构建科学假设、设计研究思路，提出创新性研究课题，独立开展高水平研究；具备分析和解决复杂问题的能力，能够运用所学知识和技术，识别和分析实际问题，并提出创新的解决方案，取得创新性成果的能力。

## **3.实践创新能力**

具备创新思维和实践能力，能够提出新的研究思路和方法，创新地开展研究工作，并将创新成果应用于实际问题解决中。熟练掌握气象应用新理论和技术发展动态，能独立深入气象业务部门、环保、民航、国防等有关部门开展调查研究，发现问题和解决问题。能够依据理论知识和实践技能，制定科学合理的研究、工作计划与实施方案，确定适宜的技术措施和预期效果。

## **4.实践研究能力**

具备独立开展科学研究的能力，包括问题提出与设计、数据采集与处理、实验与模拟、结果分析与解释等。系统掌握气象学科理论体系、科学研究手段、方法和实践技能，能够在导师或导师组的指导下，独立制定详细的研究计划，独立开展高水平研究、对科研工作组织进行组织协调，设计出产品开发或技术创新方案，解决本领域的技术难题，并撰写详细的研究报告。

## **5.管理与协调能力**

具备项目管理和团队协作能力，能够合理安排研究计划和资源，有效组织和协调团队成员，推动研究工作顺利进行。应具有良好的沟通、表达和交流能力，能够科学运筹、组织开展相关研究与实践，推动新技术、新产品的示范和应用。具有良好的合作精神和较强的组织协调能力，能够在政府管理部门、社会团体、企业等多场景、多团队

和多学科工作集体中发挥作用，有效组织项目的实施。具有较强的危机处理能力，并能解决实施过程中遇到的问题。

## 6.交流沟通能力

具备清晰准确的表达能力，能够将复杂的研究内容和成果以简明的方式向不同的受众传达，包括学术会议报告、学术论文写作、项目汇报等。具有良好的语言交流能力，善于表达与沟通，具有很强的应变能力。能够熟练掌握至少 1 门外语，能够熟练阅读和翻译专业领域的外文资料，具有很强的书面交流和口头表达能力。

### （五）学位论文基本要求

#### 1.选题与论文形式

博士学位论文工作是研究生培养的重要组成部分，是对研究生进行科学研究或承担专门技术工作的全面训练，是培养研究生创新能力、综合运用所学知识发现问题、分析问题和解决问题能力的主要环节。在论文选题上，要结合现有的条件，选择学科前沿领域课题或对我国经济和社会发展具有重要的实用价值或理论意义的课题；鼓励有工作经历和科研基础的博士生自主选题，突出学位论文的创新性和先进性。学位论文应表明作者具有独立进行科学研究的能力，应做出具有创造性的成果。博士专业学位论文应为应用研究型学位论文。

学位论文选题应来源于气象领域相关涉及气象创新的现实需求和实际问题，体现气象学的前沿动态和发展趋势，具有重要的理论意义和实际价值，能够反映出作者在气象学领域的深入研究和创新能力；具有一定的难度和挑战性，能够突破现有的知识体系或者方法论，提出新的理论、模型、方法或者应用；选题应具有较强的可行性和操作性，能够在规定的时间内完成，并且能够通过实验、数值模拟或者其他方式验证论文的主要观点和结论；选题应符合国家的科技发展战略和社会需求，能够为国家的经济建设、社会进步、国防安全等方面做出贡献；选题应遵循学术道德和规范，尊重他人的知识产权，避免抄袭、剽窃或者其他学术不端行为。

#### 2.论文规范要求

学位论文的写作格式、字数、版式、参考文献等按照《学位论文编写规则》的国家标准（GB/T7713.1-2006）和培养单位制定的具

体规定统一执行。应有专门部分对有关研究进展进行综述；应有专门部分对研发结果进行综合分析和讨论，阐明研发结果的科学意义和应用价值，避免将研究结果简单罗列；涉及的名词术语要使用科学名称；采用标准的、规定的或公认的分析方法、并注明出处，自己建立的新方法须详细描述操作程序，对采用的实验材料进行必要的说明；数据处理要符合统计学要求；除了惯用缩略语外，缩略语第一次出现时必须注明全称，全文缩略语以单独列表的形式，列在文前或参考文献后；应配有必要的图表，并附有图表标题和注释；参考文献应有一定数量，其中近期国内外文献应占较高比例。整个论文篇幅一般不少于5万字。学位论文附录部分可附研究生已公开发表、与学位论文内容有直接关系的论文和专利、制（修）订的标准、完成的设计、检测或调研报告等，以“学位论文+附录”的形式全面呈现气象专业博士论文工作阶段获得的成果。

技术创新论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、理论基础、技术方案设计及创新过程、技术创新成果、技术创新结论与展望。专题研究论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、专题研究部分、专题讨论、结论与建议。产品研发类论文正文一般包括：文献综述（或“绪论”）、产品研发或工程技术研究、产品方案设计、潜在经济效益分析、综合讨论及结论。学位论文应独立完成；若涉及团队工作，需注明属于团队工作并明确个人独立完成的内容。

### 3. 论文水平要求与评价

研究内容应体现系统性、完整性、创新性和应用性。

论文成果是在实验验证和理论分析的基础上，通过严密的逻辑推理而得出的富有创新性、指导性和经验性的结果。论文结论要有实质性内容，要反映研究结果说明的新问题、发现的新规律或反映的具有指导意义的新见解；或对前人已有研究成果、学术观点做了完善、拓展或修正、补充。

学位论文应得到相关领域高级评审专家的肯定，取得同行认可，并满足各学位授权点单位自主规定的有关要求。