**专业探索——核科学与技术**

作者：常同学，清华大学工程物理系本科毕业，博士在读

# 关于学科本身

广义的核物理学科历史应当从二十世纪初说起，物理学家在弄清了分子和原子的结构后，开始探索原子核的结构、稳定性以及与之相关的物理过程，各种各样的核反应和辐射过程被逐渐发现，成为所有核技术的基础，其中尤其以裂变和聚变两类反应最为耀眼，据此制造的核武器成为了影响世界动荡与和平的力量。

核物理学仅仅是物理学下的一个小分支，却因其取得的技术成果过于引人注目，从发展之初就已经成为一门强烈的应用导向型学科。

谈到我国核物理学科的发展时，总是避不开一段值得铭记的历史：核物理学家的前辈们曾穿梭于我国西北戈壁荒漠中，自力更生，艰苦创业，为新中国的稳定铸下了坚实的国防基石。

诚然，我国的核物理学科最早独立出来是为了响应国家发展的要求，从诞生之初就肩负起了国家命运，即使时至今日，核力量也是一个大国实力的体现。不过并非任何时候都有机会为国计民生做出巨大的奉献，前人通过艰苦的努力，已然完成了核学科为国防工业服务的使命，目前这一学科与其他众多理工学科一样，正致力于社会的和平发展，服务于人民生活质量的提高，以及为科学研究和科技发展注入新的活力。

生活中常常能见到核技术的影子，火车站和机场行李安检时通过X光就能看清行李中是否有危险物品，生病来到医院后，医生常常会建议“拍个片子”，或是做个CT，能够清晰直观地诊断出病因，比起过去“望闻问切”的诊断方法实在是长足的进步。

在距离日常生活较远的工业界，核技术时常扮演的则是关键角色，更加安全、高效和清洁的第四代核电正如火如荼地建设中，为我国的低碳战略增加了十足的底气。而与此相对的，光刻机的核心在于光源，而高品质的光源研发也与核相关技术有很大的关系，是攻克“卡脖子”问题的关键之一。在更加遥远的未来，可控核聚变的探索将会为人类带来最为先进的能源形式。

谈到核相关内容时，很多人的第一反应就是“辐射”。在这里有必要对这个问题做一下严肃的澄清。

得益于辐射防护意识的提高和技术的发展，核物理学家与核工业从业者现在也有了完善和严格的保护体系，举例来说，核电站从业人员一年的辐射剂量限额甚至比去医院做一次CT检查还要小。过去影视剧中经常出现核试验人员穿着薄薄的白色防护服到试验现场的场景，因为不良的辐射防护导致晚年被疾病困扰，而现在这种情况早已成为了历史的教训，一去不复返。

总而言之，如今已经是21世纪，学习核工程是非常安全的，和其它专业并没有多大区别。

# 学科的知识结构

## 培养方案

核科学与技术（一级学科，以下简称核专业）对应的不同院校的本科专业名称不同，常见的招生专业有核工程与核技术、应用物理、工程物理，各校核专业培养方案会受到上级院系影响，不过大同小异。

核专业的本科生通常会被同时要求两方面的能力：数理基础和工程实践，如清华工程物理系的教育理念就是“理工结合，又红又专”。核专业的课程设置介于传统理科和工科之间，课程特点在于数量多、方向广，难度整体不高，不像数理院系的专业课程，要求较强的抽象思维能力，但会要求一定的动手能力、快速学习能力，核专业课程按照类型可以分为：

* 数理基础课程：作为理工科院系的必修课程，核专业的数理基础课程难度低于物理、数学等理科院系，但高于机械、汽车等工科院系，在大二结束前通常能够完成数理基础的学习。
  + 数学课程：微积分（高等数学或数学分析）、线性代数、复变函数、数理方程
  + 物理课程：普通物理（力学、电磁学、光学、热力学、近代物理），普通物理实验
* 通用技术课程： 核专业的通用技术类课程难度不会高于传统工科专业院系，例如程序设计课程难度低于计算机系，电子电路课程难度低于电子系，工科通用技术课程多数分布在大二、大三进行学习。这一类课程涉及面广泛，部分必修，部分选修。课程内容通常是一些工程技术的前置基础课，介绍基本的理论、概念和最基础的应用，在完成这一类课程的学习后，能够对各类工程技术有一定的了解，而若要想学会使用这些技术，能够解决一些实际问题并能在日后工作或科研中用上，则需要个人进一步选修培养方案外的更专业的课程，或是通过科技赛事等其他途径在实践中学习。
  + 电子类：模拟电路、数字电路、电路原理、电工技术、计算机硬件基础、信号与系统等
  + 程序设计类：C语言程序设计、Python程序设计、Matlab等
  + 工程实践类：工程制图、电子工艺实习、金属工艺实习等
* 数理专业课程：这一类课程作为日后细分专业方向的基础理论课程，通常分布在大二、大三学习，以课组形式出现，根据个人意愿选修其中部分即可。核专业的培养灵活度较大，有志于从事基础研究工作的学生通常会选择较多的数理专业课程，而与之相对的，几乎不选择数理专业课程而专注于工程技术也可以完成培养方案。
  + 数学课程：概率论与数理统计、随机过程等
  + 物理课程：四大力学（分析力学、量子力学、电动力学、统计力学）、流体力学、工程力学等
* 核心专业课程：这一类课程是核专业区别于其他专业的特色课程，是各种核技术的理论或工程基础课，通常带有“核“字眼，一般分布在大三或大四，大部分课程必修。
  + 核辐射物理与探测学、辐射防护与保健物理、核电子学、核工程原理等

除以上课程外，学生还需要根据学校要求必修英语课、文化素质课等课程，各院校有不同要求。在大三、大四时还需要根据个人的细分方向选择更细更专业的课程，这些课程十分接近研究前沿，是为研究生阶段做的铺垫，课程中的内容将会在日后相应方向的研究或工作中经常使用到。

## 细分方向

核专业的细分方向多且复杂，更多关注于工程和技术，主要研究方向列举如下：

* 高能物理实验：使用粒子对撞机研究微观粒子的结构和物理规律，偏向于基础研究。
* 加速器：研究如何制造各种类型的加速器，如用于高能物理实验的粒子对撞机，用于辐射成像的先进X光源本质也是加速器的一种。
* 辐射探测：研究如何探测核辐射，对应不同辐射类型和环境条件，制造各种类型的探测器。
* 辐射成像：研究如何利用高能射线（γ射线、X射线）透视物体内部结构，应用十分广泛，例如车站行李箱安检、海关集装箱安检、医院的各种医学影像。
* 辐射防护：研究核辐射对人体的损伤机制，以及如何进行防护，例如评估违规排放的核废水对人体的影响，评估一次医学影像检查的辐射剂量。
* 可控核聚变：研究如何利用核聚变反应来发电，离商用电站还有一定距离，目前主流有磁约束和惯性约束两种研究路径，媒体口中的“人造太阳“就属于磁约束聚变研究装置的一种。
* 核反应堆：研究裂变核反应堆内发生的物理过程，优化反应堆的设计，探索更先进的反应堆类型，我国山东的“高温气冷堆”核电站正是这一领域的最新成就。
* 同位素：研究同位素分离技术，制造先进离心机，涉及化学内容，主要应用于核燃料的制造以及核废料的处理。

## 交叉学科

在偏向基础研究的方面，核专业与物理学专业密切相关，任何核技术都需要背靠物理理论做基础，例如可控核聚变的基础理论是等离子体物理，选择做理论研究的同学需要不亚于物理系的数学和物理功底。

在工程技术方面，核技术作为一种手段和工具应用在其他领域，自然与这些领域产生交叉，例如辐射成像的一个重要方向是医学影像学，与医学、生物医学工程等专业有交叉。

做公共安全的人会关心核安全事件和环境中的放射性检测，和辐射探测以及辐射防护方向有紧密联系。

# 前景：深造与就业

## 本科生毕业去向

通常来说，正常核专业本科生的毕业去向与同院校其他工科专业相差不大，大致可以分为：

* 保研或考研：总体来讲，核专业的培养更加偏向学术技术型人才培养，因此多数本科生会选择继续深造，保研和考研的比例较高，这其中继续从事本专业研究的较多。越顶尖的院校保研比例越高，例如清华、北大两所院校保研比例可达60%~80%，想要继续在国内深造的，仅有个别无法保研的同学会选择去考研，而例如四川大学核专业的保研比例则在20%左右，更多的学生会加入到考研大军中。
* 出国：核专业本科生出国比例较其他工科专业少一些，通常不会超过20%，近几年还在逐渐下降。抛开疫情因素不谈，主要原因是中美关系下降以来，核专业成为敏感专业，申请美国的困难急剧增加，而到美国深造的人数历来是占大头，因此近年出国人数有所减少。核专业学生出国，多数是选择了诸如电子、计算机、金融或是物理学的其他方向，少有在核技术领域直接出国深造的。
* 直接就业：可以发现，核专业的培养对直接就业并不友好，因为职业技能和社会经验的缺乏，本科生在毕业后直接去对口单位就业是较为困难的，选择直接就业的大多是转行进入教育、公共管理或是互联网行业。顶尖院校的直接就业的比例通常不高于10%。

部分院校的核专业有招收定向生，这一部分同学以较为优惠的条件录取，在学期间由定向单位负担经济开销，毕业之后则需要去定向单位工作。定向单位有中核集团、中国工程物理研究院等，本科毕业后大多数定向生也会选择继续深造，直接到对应单位的研究所读研，或是成为学校与单位联合培养的研究生。如果毕业后不去定向单位就业，则需要支付高昂的违约金，想要出国或者选择其他就业方向的同学应谨慎考虑。

## 就业前景

本科生大部分选择继续攻读硕士或者博士研究生，而研究生毕业时将会面临就业的选择，核专业的就业选择主要包括：

* 继续从事学术研究：去往高校和科研院所从事研究工作，但目前学术岗位竞争激烈，只有少数人会坚持学术研究。
* 进入政府部门：通过选调或者公务员考试进入政府职能部门任职，走上从政的道路，目前公务员岗位也竞争激烈。
* 到私营企业工作：依靠自己的专业技能去私营企业任职，是较为受欢迎的就业方向，例如擅长电子学的人会去华为等企业的硬件部门。在私企就业通常能够获得比体制内单位更优厚的薪资和更良好的工作环境，但也伴随着更大的工作压力和相对差一点的工作稳定性。
* 到国企工作：核专业对口的国企很多，各个技术方向的毕业生几乎都可以去对口的国企工作，例如反应堆专业去往核电单位，同位素专业去往核燃料厂，去国企就业是核专业毕业生的主要就业方向。

# 专业的文化氛围

大部分院校的核专业都有着深厚的红色背景，合作单位也多是央企甚至国防单位，其文化氛围可从中窥见一斑。以清华的专业氛围而论，“又红又专，全面发展”是一向是系里制定人才培养计划时围绕的核心之一。

但在红色背景之下，只要没有接触到什么保密项目，核专业整体的学风仍相当自由，只是会不可避免地带有一种面向实际需求而生的工科专业的，严谨、脚踏实地的色彩。