清华大学工程物理系工程物理及核工程与核技术专业

“卓越工程师教育培养计划”试点学科专业培养方案

1、总体思路和培养模式

工程物理系秉承“理工结合、又红又专”的办学理念，在人才培养中既重视数理基础、又强化工程训练，着眼于学生素质的培养。教学的总目标是面向核领域、面向世界同行、面向未来，培养造就大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各种类型核技术人才。培养的定位主要体现在：

（1）具有良好的工程职业道德、坚定的追求卓越态度、强烈的爱国敬业精神、社会责任感和丰富的人文科学素养；

（2）具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学知识以及一定的经济管理知识；

（3）具有良好的质量、环境、职业健康、安全和服务意识；

（4）掌握扎实的工程基础知识和核工程技术专业的基本理论知识，了解核科学与技术领域的发展现状和趋势；

（5）具有综合运用所学科学理论、针对工程实际问题，分析提出和解决问题的方案的能力；

（6）具有信息获取和职业发展学习能力；

（7）了解核技术专业领域技术标准，相关行业的政策、法律和法规；

（8）具有较好的组织管理能力、较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力；

（9）应对危机与突发事件的初步能力；

（10）具有一定的国际视野和跨文化环境下的交流、竞争与合作的初步能力。

本科培养方案共 175 学分，分布如下：

表 1 本科培养方案课程分布

课程类别	学分
人文社会科学类	35
自然科学基础类	40
工程技术基础类	21
专业基础课程及专业选修课程	44
实习实践类	20
综合论文训练	15

2、培养标准

能力	实现（课程名称，含必修课与选修课）
1.1 人文社会科学等的基本知识	
1.1.1 科学发展史知识	中国近现代史纲要等
1.1.2 政治经济学知识	政治制度与经济发展等
1.1.3 哲学知识	马克思主义基本原理
1.1.4 马列主义、毛泽东思想、邓小平理论、三个代表、科学发展观等	毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想概论
1.1.5 思想道德修养与法律基础	思想道德修养与法律基础
1.2 文化素质	
1.2.1 历史与文化	历史与文化、汉字与中华传统文化等
1.2.2 语言与文学	语言与文学、中国古代小说研究与赏析等
1.2.3 科技与社会	科学技术史系列讲座、环境保护与可持续发展等
1.2.4 法学、经济与管理	中国传统法律文化等
1.3 自然科学与工程技术的基础知识	
1.3.1 数学与逻辑思维知识	几何与代数，微积分、数理方程、复变函数
1.3.2 相关自然科学基础	大学物理，现代生物学导论等
1.3.3 专业基础知识与技术	工程力学、计算机程序设计基础，模拟电子技术基础、信号与系统、机械设计基础 B(1)等
1.4 核科学与技术专业知识	
1.4.1 物理学专业基础知识	近代物理实验、量子力学、电动力学等
1.4.2 电工电子类专业基础知识	电工技术、电子技术、模拟电路基础等
1.4.3 电磁场与微波技术专业基础知识	天线原理、射频通信电路、微波电路设计
1.4.4 热工专业基础知识	热工基础、流体力学、统计力学
1.4.5 电子信息专业基础知识	核电子学、信号与系统、数字电路与嵌入式系统、电动力学等
1.5 基本技能专业基础知识	
1.5.1 核电子学专业基础知识	核信息获取与处理、物理信号处理、核仪器概论、核医学仪器与方法、微控制器开发技术等
1.5.6 加速器与微波专业基础知识	加速器原理、微波技术、电磁场数值分析、等离子体物理基础等
1.5.3 同位素专业基础知识	同位素分离原理、级联理论、计算机模拟物理、机电系统控制等
1.5.7 反应堆专业基础知识	反应堆物理与数值计算、反应堆热工水力学、核电厂系统与设备、反应堆安全等

2.1 沟通、交流与文字表达能力	
2.1.1 能够使用技术语言，在跨文化环境下进行沟通与表达	文化素质选修课
2.1.2 至少能熟练掌握一门外语	英语水平 I，II，德语、日语、西班牙语等
2.1.3 能够进行工程文件的编纂	综合论文训练
2.1.4 具有一定的人际交往能力，有一定的团队合作意识	综合论文训练，生产实习，各类专题实验及课程设计
2.2 发现、分析和解决问题的能力	
2.2.1 具备收集、分析、判断、选择国内外相关技术信息的能力	综合论文训练，各类实验设计
2.2.2 具有整合资源，分析需求、细化任务，提出解决方案的能力	综合论文训练，生产实习，专题实验等
2.2.3 较强的创新意识和进行产品开发和设计、技术改造与创新的初步能力	科技竞赛，科研项目，工程实践
2.4 组织管理能力	
2.4.1 在团队中的领导能力	生产实习，各类专题实验，各种科技竞赛，社会实践
2.4.2 较强的协调、管理、竞争与合作的能力	生产实习，各类专题实验，各种科技竞赛，科研项目，社会实践
3.1 创新能力	
3.1.1 有一定的创新意识，并具备相应的创新素质	各种实践环节，科技竞赛，SRT，科研项目
3.1.2 具有实践能力和在实践中创新的能力	各种实践环节，科技竞赛，SRT，科研项目
3.2 具有对变化环境的适应性	
3.2.1 具备较强的适应能力	生产实习，社会实践
3.2.2 自信、灵活地处理新的和不断变化的人际环境和工作环境	生产实习，社会实践
3.2.3 能够在不同文化、不同区域背景下适应地工作	生产实习，短期出国交流，海外学者短期讲学

3、本科培养方案

（一）、培养目标

工程物理专业和核工程与核技术专业培养既有坚实的数理基础，又有较强的工程训练，掌握现代实验技术手段，同时具有基本的人文社会科学和经济、管理知识，善于把所学知识运用于工程实际，能在核科学技术和核工程领域，以及其它与近代物理技术、电子技术、计算机技术密切相关的领域，从事研究、设计、开发、生产、教学、管理等方面工作的科技人才。

（二）、学制与学位授予

学制：本科学制四年，按照学分制管理机制，实行弹性学习年限。

授予学位：工学学士学位。

（三）、基本学分学时

本科培养总学分 175，其中春、秋季学期课程总学分 140，平均周学时 20；夏季学期实践环节 20 学分，综合论文训练 15 学分。

（四）、课程设置与学分分布

1．人文社会科学类课程　35学分

(1) “思想政治理论课”　14学分

10610193	思想道德修养与法律基础	3学分(秋)
10610193	中国近现代史纲要	3学分(春)
10610204	马克思主义基本原理	4学分(秋)
10610224	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	4学分(春)

(2) 体育　4学分

第 1-4 学期的体育(1)-(4)为必修，每学期 1 学分；第 5-8 学期的体育专项不设学分，其中第 5-6 学期为限选，第 7-8 学期为任选。体育课学分不够或不通过者不能本科毕业及获得学士学位。

(3) 外语　4学分

大学英语教学实行目标管理和过程管理相结合的方式。学生入学后建议选修并通过 4－6 学分的英语课程后再参加《清华大学英语水平 I》的考试。本科毕业及获得学士学位必须通过英语水平 I 考试。学生可选修外语系开设的不同层次的外语课程，以提高外语水平与应用能力。

日语、德语、法语、俄语等小语种外语课程的选课要求详见《学生手册》(2010)。

(4) 文化素质课 13学分

要求在本科学习阶段修满 13 学分文化素质教育课程，其中必须包含 2 门文化素质教育核心课程及 1-2 学分的《文化素质教育讲座》课程。文化素质教育核心课程为限选，文化素质教育讲座课程为必修，其他文化素质教育课程为任选。

文化素质教育核心课程划分为八大课组：①哲学与人生、②历史与文化、③语言与文学、④艺术与审美、⑤科技与社会、⑥当代中国与世界、⑦基础社会科学、⑧数学与自然科学。文化素质教育核心课程目录详见附录 1。

每学期开设的文化素质教育课程及核心课程目录详见当学期选课手册。

2．自然科学基础课程12门，40学分

(1) 数学　4门，19学分

30420095	高等微积分(1)	5学分(秋、春)
30420105	高等微积分(2)	5学分(秋、春)
10420684	几何与代数(1)	4学分(秋、春)
10421035	复变函数与数理方程	5学分(秋、春)

(2) 物理/化学/生物　8门，21学分

10430754	普通物理(1)	4学分(春)
10430764	普通物理(2)	4学分(秋)
10430774	普通物理(3)	4学分(春)
10430782	物理实验A(1)	2学分(秋)
10430792	物理实验A(2)	2学分(春)

10440012	大学化学B	2学分(秋/春)
10440111	大学化学实验B	1学分(秋/春)
10450012	现代生物学导论	2学分(秋/春)

注：允许在系教务部门认可情况下选修理学院的同类型课程。

3．专业相关课程　65学分

(1) 工程技术基础课　21学分

1)　制图力学类课程　7学分

20130433	机械设计基础B(1)	3学分(秋、春)
20310314	工程力学A	4学分(秋、春)

2)　计算机类课　7学分，计算机文化基础课程选修，还可选修其它计算机类课程。

20740042	计算机文化基础	2学分(秋、春)
20740073	计算机程序设计基础	3学分(秋、春)
20220134	计算机硬件技术基础	4学分(秋、春)

3)　电工电子类课程　7学分

20220053	电工技术	3学分(秋、春)	
20220064	电子技术	4学分(秋、春)	二选一
20250064	模拟电子技术基础	4学分(秋、春)	

(2) 专业基础课　15学分

10430713	近代物理实验A组	3学分(秋、春)	四选一
10430723	近代物理实验B组	3学分(秋、春)	
10430733	近代物理实验C组	3学分(秋、春)	
10430743	近代物理实验D组	3学分(秋、春)	
20430064	量子力学	4学分(秋、春)	

A 类：

30140064	热工基础	4学分(秋、春)	
20040104	流体力学	4学分(秋、春)	二选一
20430084	统计力学	4学分(秋、春)	

B 类（以“*”表示）：

40320654	核电子学*	4学分	二选一
40220184	信号与系统*	4学分	
20430054	电动力学*	4学分(秋、春)	

(3) 专业课　29学分

1)　必修课　5门，18学分

30320174	核辐射物理与探测学	4学分
30320314	核工程原理	4学分
	辐射防护	2学分(秋、春)
	专业基础实验	4学分（含以下内容）

（核辐射物理与探测学实验、反应堆物理实验、辐射防护实验、误差理论与量测技术实验）

概率统计分析及量测技术　　4学分（含以下内容）

（概论论与数理统计、随机数学方法、数学实验、误差理论与量测技术）

2)　专业选修课　11 学分

限选课：6 学分，要求在以下四个课组中完整选修一个课组

课组一：

40320612	核信息获取与处理	2学分		四选三
40320665	核数据获取与处理课程设计	2学分		
40320142	物理信号处理	2学分	二选一	
30320302	核仪器概论	2学分		
40320262	核医学仪器与方法	2学分	二选一	
40320242	微控制器开发技术	2学分		

课组二：

40320192	加速器原理	2学分	四选三
40320012	微波技术	2学分	
30320022	电磁场数值分析	2学分	
40320692	等离子体物理基础	2学分	

课组三：

40320222	同位素分离原理	2学分	
40320232	级联理论	2学分	
30320142	计算机模拟物理	2学分	二选一
40320702	机电系统控制	2学分	

课组四：

40320602	反应堆物理与数值计算	2学分	
40320202	反应堆热工水力学	2学分	
40320062	核电厂系统与设备	2学分	二选一
40320102	反应堆安全	2学分	

任选课：5学分

30320262	电磁兼容设计	2学分
30320252	单片机的认识与实践	2学分
	专业课程设计	3学分
40320112	激光应用	2学分
40320712	核燃料与核结构材料学基础	2学分
40320132	可靠性工程及风险分析	2学分
40320332	CANDU堆系统与运行	2学分
40320092	核电站仪表与控制	2学分
30320332	项目管理基础	2学分
40320682	核聚变概念基础	2学分
40320721	高温等离子体物理实验	1学分
40320732	辐射环境监测与评价概论	2学分

00320021	等离子体技术及应用	1学分
00320032	等离子体、激光与电子束	1学分

4．实践环节　20学分

12090043	军事理论与技能训练	3学分
10640852	大一外语强化训练	2学分
21510063	金工实习B	3学分
40320582	核能核技术概论及认识实习	2学分
22650022	电子工艺实习	2学分
30320211	学科前沿讲座	1学分
40320312	电子线路设计与实验	2学分 } 二选一
30320292	工具软件应用实验	2学分 } 二选一
40320165	生产实习	5学分

生产实习、工程性专题研究、SRT 等成果都可以取得“工程实践与专题研究”学分。

5．综合论文训练　15学分

40320340	综合论文训练	15学分

此环节一般安排在第七学期，但鼓励学生结合课程中的 PROJECT 和 SRT 训练，尽早开始课程设计与综合论文训练，达到要求、通过答辩即可取得相应学分。

4、人才培养体系

- 课程实验

在课程设置上以厚基础、宽平台，多学科少而精、精通精华为理念，强化数理基础与实践教学，突出能力和素质的培养，实现物理与工程的完美结合，专业方向涉及核能领域多个学科。

实验课程的设置修改整合已有的，同时新增了部分实验课程，加大了实验教学的份量。使：1、重要概念的理论教学原则上都要配置相应的实验；2、实验教学符合教学流程，光滑衔接，且贯穿整个培养过程；3、在“按部就班”的基础实验的基础上，进一步增加探究型实验份量，发挥学生自主性，锻炼创造力。

- 第二课堂

为充分发挥学生的聪明才智和创造性，全面提高学生素质，除教学计划实践环节外，同时，作为专业教育的一环，每年夏季学期都会组织专业实践，带领同学到对口单位去。从核燃料生产的科技研发到真正的核燃料生产工厂，从核岛的规划设计到一个个核电站，同学们深入体验以后的工作环境，切实感受行业需求，看到了自身的差距，明确了学习的目标。

寒暑假社会实践使同学入学后都有若干次机会参与走向社会的实践活动，期间同学们深入国家的基层，了解国家的基层面貌，以做研究的态度考察分析社会热点问题，实现了受教育、长才干，促进了对国家民情以及本专业动态信息等的了解，培养了同学们热爱祖国、热爱人民、为国家贡献自己一份力量的爱国主义情操。

由我系学生科协管理的学生实验室已初步建成。此外，我系还聘请具有丰富科研和学生工作经验的青年教师担任学生科技活动指导教师，指导学生科协开展工作，从而更好的打造全系本科生的科研氛围。近年来，我系有多名同学先后在清华大学大学生研究训练计划（SRT计划）、国家大学生创新性实验计划、北京市大学生科学研究与创业行动计划、EDA 实践、挑战杯、全国智能车大赛、电子设计大赛等科技活动和科技竞赛中获奖。

- 国际交流

为了开阔学生的国际化视野、提高学生的国际交流能力，充分利用海外的优质教育资源，形成学生兼容并蓄的国际化学术精神，培养具有国际竞争力的创新型人。工物系近年来采取多种举措，在师资力量、交换学习、双语教学等方面积极与国际（海外）高校合作，学生还可通过交换生项目到美国、加拿大、英国、德国、法国、澳大利亚、韩国等十余个国家和地区的 60 多所合作院校进行短期交流，如：美国斯坦福大学、伦斯勒理工学院、普度大学、德国亚琛工业大学、慕尼黑工业大学、英国曼彻斯特大学、新加坡国立大学、澳大利亚国立大学、墨尔本大学、首尔国立大学、中央大学、香港大学、台湾新竹清华大学等。

近几年，我系与世界著名大学及研究机构签署了学生交换协议，定期选派优秀学生赴国外实践基地进行实习。

表 2 国际合作单位

序号	签署国家	实习实践基地
1	美国	密歇根州立大学
2	美国	伊利诺斯大学
3	德国	德国慕尼黑赫尔姆霍茨中心
4	法国	法国电力集团
5	瑞典	皇家工学院
6	瑞士	欧洲粒子物理研究所
7	瑞士	瑞士联邦理工学院洛桑分校，
8	韩国	韩国忠南大学（公立）
9	日本	东京大学
10	台湾	长庚大学
11	新加坡	新加坡国立大学

5、工程实践平台

5.1 实习（实践）环节体系构架

在大一开设专业概论性及认识性参观实习课程“核能核技术概论及认识实习”，由系内不同学科的学术带头人或资深教授上讲台，组织校内外参观实习，包括中国原子能科学研究院、中科院高能所、同方威视和校内的核能与新能源研究院等，让学生对工物系核专业各个学科有初步的了解和感性认识，有助于学生了解和热爱将所从事的专业，也有助于激发学生

学习的积极性。这门课程深受学生喜欢，对学生了解专业，热爱专业起到了很好的作用。

大二开设的《学科前沿讲座》课程，工物系聘请了海内外著名企业专家和学者进行教学，有国内大型企业、科研院所本学科著名的专家院士，也有欧美核行业专家的全英文讲授。

大三主要安排生产实习，工物系采取集中与分散相结合的方式进行，定向生根据协议到定向单位进行，非定向生根据自己的特长和所学知识到社会上的相关单位分散进行。工物系还和核工程与核技术相关单位共同建有生产实习基地。

大四，工物系安排了专业实验、专业课程设计、综合论文训练等，这一阶段主要是理论与实践相结合，将所学知识与技能应用到实际工作中，是培养创新能力的重要环节。

表 3 实践教学体系

工程物理系实践教学体系	课程实践	核能核技术概论及认识实习
		金工实习
		电子工艺实习
		学科前沿讲座
		核数据获取与处理程序设计
	实验教学	电子线路与设计实验
		工具软件应用实验
		应用软件设计与实践
		专业基础实验(1)
		专业基础实验(2)
	专业实习	生产实习
	综合训练	综合论文训练
		SRT 项目
		社会实践

5.2 实习实践情况

课程号	课程名	课程属性	学生数	实践学时
专业必修课共计 640 学时				
12090043	军事理论与技能训练	必修	150	3 周
10640852	大一外语强化训练	必修	150	3 周
21510063	金工实习 B	必修	150	48
22650022	电子工艺实习	必修	150	2 周
30320392	专业基础实验（1）	必修	150	64
	专业基础实验（2）	必修	150	64
40320303	核能核技术概论及认识实习	必修	180	16
40320340	综合论文训练	必修	155	25 周

30320211	学科前沿讲座	必修	142	1 周
40320165	生产实习	必修	152	5 周
专业选修课要求 10 门课程				
30320292	工具软件应用实验	限选	150	64
30320362	应用软件设计与实践（1）	限选	60	64
30320372	应用软件设计与实践（2）	限选	30	64
30320382	应用软件设计与实践（3）	限选	30	64
40320312	电子线路设计与实验	限选	60	64
40320721	高温等离子体物理实验	限选	30	32
20320074	数字电路与嵌入式系统	限选	60	16
30320354	信号与系统	限选	60	4
40320012	微波技术	限选	50	4
40320612	核数据获取与处理	限选	45	2
40320622	误差理论与量测技术	限选	40	8
40320654	核电子学	限选	40	16
40320112	激光应用	任选	40	2
S1510011	实验室科研探究-微焦点 X 射线成像实验	任选	10	32
S1510011	实验室科研探究-气体放电中的光谱测量	任选	10	32

学生四年实习实践的总学时数（含毕业设计）为 1108 学时，期中必修及限选实习实践学时达到 60 周。学生本科阶段校内外实践环节学习累计不少于 1 年。

实习实践基地建设情况（请注明级别，如：市级、校级和院系级基地）

我系在充分利用核行业单位的设备条件、技术及资金等资源，综合比较核行业各企事业单位在科研、设备条件、指导能力、住宿和生活安排上所具有的优势，遴选了十几所单位作为我系学生相对固定的校外生产实习基地，并与中核集团以及国防系统签订了建立生产实习基地的协议。随着核电事业的大发展，我系又与国家核电、广东核电等大型国家级核电国企进行密切接触，签订了全日制工程硕士研究生校外实践基地的协议，到目前为止我系与校外建立稳定的校外专业实践基地共有十余个。

表 4 实习实践基地

单位		所在地	说明
中国核工业集团公司	国营 405 厂	陕西汉中	校级
	核工业标准化研究所	北京	
	核工业大连应用技术研究所	辽宁大连	
	核工业理化工程研究院	天津	
	核工业西南物理研究院	四川成都	
	核科技信息与经济研究院	北京	

	秦山核电公司	浙江海盐	
	西北核技术研究所	陕西西安	
	中国辐射防护研究院	山西太原	
	中国航天科工集团	北京	
	中国核动力研究设计院	四川成都	
	中国原子能科学研究院	北京	
	中国中原对外工程公司	北京	
	中核北方核燃料元件公司	内蒙	
	中核兰州铀浓缩厂	甘肃兰州	
	中国工程物理研究院	四川绵阳	校级
	芜湖科伟兆伏电子有限公司	安徽芜湖	系级

5.3 企业平台

5.3.1 生产实习创新性实践教育体系

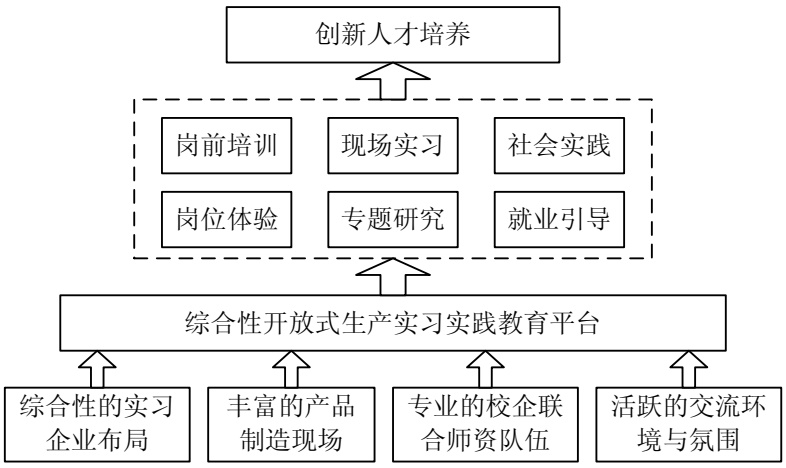


图 1 实践教育体系

5.3.2 实践训练基地的合作单位：

除了实习基地的建设，为了拓宽学生的实习面，我系还与多个单位合作：

表 5 实践合作单位

单位	地点
浙江省辐射环境监测管理站	浙江杭州
同方威视技术股分有限公司	北京
辰安伟业科技有限公司	北京
中科院等离子体物理研究所	安徽合肥

中科院物理所	北京
中科院高能物理研究所	北京
中科院上海应用物理研究所	上海
国家核电集团	北京/上海
广东核电集团	深圳

5.3.3 校外基地教学大纲

表 6 基地教学大纲——认识实习

学期	环节	课程内容	单位
夏季学期2周	1	参观原子能院堆工等大型科研工程项目，原子能院领导介绍原子能院相关专业。	中国原子能科学研究院
	2	参观北京正负电子谱仪，高能所领导介绍高能所重大科研项目。	中科院高能所
	3	参观大型集装箱检测系统，介绍核技术与应用及探测器技术在集装箱检测系统中的具体应用。	同方威视基地
	4	参观核研院高温气冷堆等工程项目，核研院领导介绍核研院相关专业。	核研院 200#

表 7 基地教学大纲——生产实习

学期	环节	日期	课程内容	清华大学	中核、中物院
夏季学期5周	1	1-2 日	生产实习总论	课程组织 课程主讲	特邀报告 专题报告
	2	3-5 日	规章制度、保密学习		课程主讲
	3	6-10 日	课题调研		现场带班
	4	11-30 日	工程实践		工程讲解 现场带班
	5	31-35 日	撰写报告、答辩汇报	报告批阅	报告评价 课程评价

表 8 基地教学大纲——本科毕业设计

学期	环节	日期	课程内容	清华大学	中核、中物院
秋春季学期25	1	0-2 周	毕业设计起动	课程组织	提供毕业设计题目
		3-7 周	毕业设计课题调研	课程组织	提供咨询指导
	2	8-9 周	毕业设计开题	课程组织	提供咨询指导
	3	10-15 周	毕业设计	课程组织	咨询、指导
	4	16 周	中期检查	课程组织 检查评委	检查评委

周	5	17-23 周	毕业设计	课程组织	咨询、指导
	6	24-25 周	论文撰写、答辩	课程组织 答辩评委	答辩评委 课程评价

5.4 基地组织管理体系

在学校教务处和研究生院统一领导下，工程物理系成立由系主任唐传祥牵头的“卓越工程师培养计划”领导小组和工作小组。

领导小组：唐传祥（组长）、陈怀璧、陈少敏

工作小组：陈少敏（组长）、王侃、李君利、周明胜、申世飞、王石、郝英、葛秀霞、赵丽娅

5.5 实践条件建设与师资队伍建设

校内实习实践师资情况：

师资类别	师资数量	说明
综合论文训练指导教师	80	
实践课程指导教师	13	
实验室专职人员	47	
课程实验指导教师	26	
课程实验助教	12	
专业实习指导教师	15	
SRT 指导教师	30	
第二课堂指导教师	4	
合计	227	

校外实习实践师资情况：

实践基地指导教师	60	26 个基地，指导学生专业实习
专业讲座院士专家	30	
核能与核技术项目指导委员会	7	
合计	97	

工作委员会

姓名	单位	职务
王安民	中国核工业集团公司	人力资源部主任
程和平	中国核电工程有限公司	研究所所长
魏锁	国家核电技术有限公司	副总经理
赵华	中国广东核电集团	总工程师
任俊生	中国广东核电集团	总工程师
陈伟	同方威视技术股份有限公司	副总经理
陈少敏	清华大学工程物理系	副系主任
孙玉良	清华大学核能与新能源研究院	副院长