



## 清华大学材料科学与工程系材料科学与工程专业

### “卓越工程师教育培养计划”试点学科专业培养方案

根据教育部“卓越工程师培养计划”的总体部署，以及清华大学继续强化“厚基础、重实践、求创新”人才培养特色、致力于培养“研究型、管理型、创新型、国际型”的卓越工程人才的总体思路，结合材料科学与工程专业的行业背景和职业导向性专业特点，在清华大学材料科学与工程系理论联系实际的优秀工程教育传统基础上，实施以能力提升为核心的材料科学与工程专业人才培养体系和课程改革，培养具有国际竞争力的创新型材料科学与工程人才和“卓越工程师”，特根据教育部关于“卓越工程师培养计划”学校培养方案编制要求、国家通用标准、清华大学“卓越工程师培养计划初步工作设想”，制定“清华大学材料科学与工程系卓越工程师培养计划材料科学与工程专业方案”。

#### 一、 材料科学与工程专业本科“卓越工程师教育培养计划”培养标准

材料科学与工程专业本科层次工程师应达到如下知识、能力与素质的要求：

1. 具有良好的工程职业道德、崇高的爱国奉献精神、强烈的社会责任感和坚实的人文科学素养。
2. 具有良好的质量、环境、职业健康、安全、市场与服务意识，注重可持续发展。
3. 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、人文社会科学知识。
4. 掌握扎实的工程原理、技术知识和材料科学与工程专业的基本理论知识，了解生产工艺、设备与制造系统，了解材料领域的前沿发展现状和趋势。
5. 了解材料科学与工程领域的技术标准，与材料相关行业的政策、法律和法规。
6. 具有信息获取、知识更新和终身学习的能力。
7. 具有综合运用所学科学理论、分析与解决问题的方法和技术手段分析并解决工程实际问题的能力，能够参与生产及运作系统的设计，并具有运行和维护能力。
8. 具有较强的创新意识以及进行产品开发和设计、技术改造与创新的能力。
9. 具有良好的组织管理能力、较强的交流沟通、环境适应和团队合作能力。
10. 具有应对危机与突发事件的基本能力。
11. 具有一定的国际视野和跨文化环境下的交流、竞争与合作的基本能力。

#### 二、 材料科学与工程专业本科人才培养标准实现矩阵

本“培养标准实现矩阵”的制定是为将“卓越工程师材料科学与工程专业”的培养标准所规



定的知识和能力目标落实到具体的教学环节上。

| 知识体系      |                        | 知识与能力具体要求                               | 具体的实现课程  | 对应培养标准  |
|-----------|------------------------|---|--|---------|
| 一、知识与技能培养 | 1.1 人文社会科学基本知识         | 1.1.1 科学发展史                             | 中国近现代史纲要   | 1       |
|           |                        | 1.1.2 哲学、政治经济学知识                        | 马克思主义基本原理  | 1、3     |
|           |                        | 1.1.3 马列主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想与科学发展观 | 毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想概论                           | 1       |
|           |                        | 1.1.4 思想道德修养与法律基础                       | 思想道德修养与法律基础  | 1、5     |
|           | 1.2 文化素质               | 1.2.1 哲学与人生                             | 大学生心理健康、当代道德问题探讨、中国哲学精神和智慧的起源、伦理学理论与道德实践等          | 1       |
|           |                        | 1.2.2 历史与文化                             | 文物精品与文化中国、儒家经典导读、东亚文化交流史、中国文化名著导读等                 | 1       |
|           |                        | 1.2.3 语言与文学                             | 西方文学思潮与作品、中国现当代文学名著导读、大学语文等                        | 1、11    |
|           |                        | 1.2.4 艺术与审美                             | 20世纪中国歌曲发展史、中国工艺美术史、艺术史导论等                         | 1、11    |
|           |                        | 1.2.5 科技与社会                             | 可持续发展与环境保护概论、科学技术史系列讲座、现代西方科学哲学等                   | 1、2、5、6 |
|           |                        | 1.2.6 当代中国与世界                           | 中国国情与发展、国际政治与中国、民族主义与大国之路等                         | 1、11    |
|           |                        | 1.2.7 基础社会科学                            | 质量管理学、政治制度与经济发展、中国传统法律文化等                          | 1、2、5   |
|           |                        | 1.2.8 数学与自然科学                           | 数学建模引论、天文学导论、实验室科研探究(1)-(4)等                       | 1、3     |
|           | 1.3 自然科学与工程技术的<br>基础知识 | 1.3.1 数学与逻辑思维                           | 微积分、线性代数、概率论与数理统计、数理方程引论等                          | 3       |
|           |                        | 1.3.2 物理、化学基础                           | 力学、热学、电磁学、光学、近代物理学、量子与统计、固体物理学、物理化学、化学原理、无机化学、有机化学 | 3       |
|           |                        | 1.3.3 工程技术基础                            | 计算机程序设计基础、计算机硬件技术基础、电工与电子技术、机械设计基础、工程力学            | 4       |
|           | 1.4 材料                 | 1.4.1 材料结构与性能专业知识                       | 材料科学基础(1)-(2)、材料物理性能基础、材                           | 4、5     |



|              |           |                              |  |                |
|--------------|-----------|------------------------------|--|----------------|
|              | 科学与工程专业知识 |                              | 料化学、材料力学性能基础、高分子化学与物理                                |                |
|              |           | 1.4.2 材料分析与检测专业知识            | X 光衍射分析、电子显微分析、实验参量测量与控制                             | 4、5、6、7        |
|              |           | 1.4.3 材料制备与加工专业知识            | 低维材料制备技术、冶金质量控制、金属材料加工学基础、精细陶瓷工艺学、电子材料工学、生物材料工艺学     | 2、4、5、6、7、8    |
|              |           | 1.4.4 材料学专业知                 | 金属材料学、计算材料学导论、无机复合材料、非晶材料导论、聚合物基复合材料、新型炭材料、新型金属功能材料等 | 4、5、6、7、8      |
|              |           | 1.4.5 材料工程应用知识               | 薄膜材料与应用、结构陶瓷材料与应用、功能陶瓷材料与应用、轻合金、电子封装、零件失效分析          | 4、5、6、7、8      |
|              |           | 1.4.6 材料发展现状及趋势              | 材料学概论、材料科学与工程导引、认识实习                                 | 4              |
|              | 1.5 基本技能  | 1.5.1 基本实验方法、数据归纳分析整理技能      | 大学物理实验、大学化学实验、物理化学实验、计算机程序设计实验、计算机硬件技术实验、电工与电子技术实验   | 4、7、8、9        |
|              |           | 1.5.2 工程基本技能                 | 金工实习、电子工艺实习  | 4、5、9          |
|              |           | 1.5.3 材料制备与性能分析技能            | 材料科学与工程系列实验(1)-(3)、X 光衍射分析实验、电子显微分析实验、实验参量测控实验       | 4、7、8、9        |
|              |           | 1.5.4 材料综合分析解决方案设计、完成工程任务的技能 | 材料科学与工程系列实验(4)、生产实习、提前进入实验室开展研究计划、SRT 项目、综合论文训练      | 4、5、6、7、8、9、10 |
|              | 二、综合素质培养  | 2.1 基本素质                     | 2.1.1 工程职业道德、爱国奉献精神与                                 | 思想政治理论课        |
| 2.1.2 人文科学素养 |           |                              | 文化素质教育课  | 1              |
| 2.2 现代工程意识   |           | 2.2.1 质量、市场意识                | 冶金质量控制、质量管理学、工程经济学、生产实习等                             | 2              |
|              |           | 2.2.2 环境意识                   | 环境保护与可持续发展概论、环境材料学等                                  | 2              |
|              |           | 2.2.3 职业健康与安全意识              | 实验室安全教育培训、营养与健康、生产实习、综合论文训练                          | 2              |
| 2.3 管理       |           | 2.3.1 经济、项目管理知识              | 生产实习、工程经济学、项目管理概论等                                   | 3              |



|                 |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|
| 知识与意识           | 2.3.2 生产组织和运作                           | 生产实习、企业管理基础等  | 3 |
|                 | 2.3.3 产品营销与售后服务                         | 生产实习、市场营销研究等  | 3 |
| 2.4 专业背景        | 2.4.1 具有全面的材料科学与工程专业基础知识、生产工艺、设备制造、发展知识 | 材料科学与工程专业课程、生产实习、综合论文训练                                 | 4 |
| 2.5 技术标准与政策法规   | 2.5.1 材料行业生产技术标准                        | 认识实习、生产实习、综合论文训练  | 5 |
|                 | 2.5.2 法律基础知识                            | 生产实习、法律基础、知识产权法等  | 5 |
| 2.6 信息获取与持续学习能力 | 2.6.1 掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取相关信息的基本方法     | SRT 项目、综合论文训练   | 6 |
|                 | 2.6.2 具有适应性的可持续的学习能力                    | 材料科学与工程系列实验(1)-(4)、SRT 项目、提前进入实验室开展研究计划、第二课堂学科竞赛、综合论文训练 | 6 |
|                 | 2.6.3 具备良好的身体素质,适应工作压力与环境               | 体育(1)-(4)   | 6 |
| 2.7 分析解决问题能力    | 2.7.1 工程实践能力                            | 生产实习、金工实习、电子工艺实习  | 7 |
|                 | 2.7.2 综合运用学科知识分析解决工程问题                  | 生产实习、材料科学与工程系列实验(1)-(4)、专业社会实践、综合论文训练                   | 7 |
|                 | 2.7.3 参与生产及运作系统设计、具有运行和维护能力             | 生产实习、专业社会实践、提前进入实验室开展研究计划、SRT 项目                        | 7 |
| 2.8 创新意识        | 2.8.1 具有完备的工程创新知识基础与行业发展趋势分析能力          | 材料专业、应用知识、发展趋势讲授课程、认识实习、材料科学与工程系列实验(1)-(3)              | 8 |
|                 | 2.8.2 创造性地发现、评估、完成工程任务的解决方案             | 材料科学与工程系列实验(4)、提前进入实验室开展研究计划、SRT 项目                     | 8 |
|                 | 2.8.3 创造性进行产品开发设计与技术改造                  | 材料科学与工程系列实验(4)、提前进入实验室开展研究计划、SRT 项目、生产实习、综合论文训练         | 8 |
| 2.9 管理、沟通合作能力   | 2.9.1 外语能力                              | 大学英语、英语强化训练营、英语水平 I、II、第二外语学习                           | 9 |
|                 | 2.9.2 沟通与表达                             | 文化素质课、学生社团活动  | 9 |
|                 | 2.9.3 人际交往与团队合作                         | 军事理论与技能训练、英语强化训练营、团队训练营、学生社会工作引导、学生社团活动、第二课堂科技竞赛        | 9 |
|                 | 2.9.4 生产协调、管理、团队领导                      | 生产实习、综合论文训练   | 9 |



|               |                                 |  |    |
|---------------|---------------------------------|--|----|
|               | 能力                              |  |    |
|               | 2.9.5 工作环境适应能力                  | 社会实践、生产实习  | 9  |
| 2.10 危机处理能力   | 2.10.1 应对危机与突发事件能力              | 军事理论与技能训练、大学生心理健康、生产实习、社会实践  | 10 |
| 2.11 国际交流合作能力 | 2.11.1 广泛了解世界各国历史、文化、艺术、风俗，开阔眼界 | 文化素质课、短期出国交流、材料科学论坛交流、中法 4+4 工程师联合培养项目、与东京工业大学、香港地区高校、台湾新竹清华大学学生交换联合培养、暑期国外访学交流项目等 | 11 |

### 三、材料科学与工程专业本科培养方案

#### (一)、培养目标

培养具有较高综合素质和创新能力的卓越的高层次材料科学与工程技术人员。通过本科阶段的教学培养，使学生掌握坚实的自然科学和人文社会科学基础理论，熟练使用外语与计算机，掌握系统的材料科学基础知识，受到较强的工程技术和研究技能训练。

#### (二)、基本要求

掌握坚实的自然科学和人文社会科学基础理论，熟练使用外语与计算机，掌握系统的材料科学基础知识，受到较强的工程技术和研究技能训练。

#### (三)、学制与学位授予

学制：本科学制四年，按照学分制实行弹性学习年限。

学位授予：工学学士学位。

#### (四)、基本学分学时

本科培养总学分 171(物化系列 A)、170(物化系列 B)，其中春、秋学期课程总学分 141(物化系列 A)、140(物化系列 B)。夏季学期实践环节 15 学分，综合论文训练 15 学分。

#### (五)、专业核心课程

本专业最为核心且相对稳定的课程。

|          |            |     |
|----------|------------|-----|
| 30350064 | 材料科学基础(1)* | 4学分 |
| 30350074 | 材料科学基础(2)* | 4学分 |
| 30350183 | 材料物理性能基础*  | 3学分 |
| 30350093 | 材料化学*      | 3学分 |
| 30350193 | 材料力学性能基础*  | 3学分 |
| 30350042 | 高分子化学与物理*  | 2学分 |

#### (六)、课程设置与学分分布



## 1. 公共基础课程 39学分

### (1) 思想政治理论课 4门 14学分

|          |                      |     |
|----------|----------------------|-----|
| 10610183 | 思想道德修养与法律基础          | 3学分 |
| 10610193 | 中国近现代史纲要             | 3学分 |
| 10610204 | 马克思主义基本原理            | 4学分 |
| 10610224 | 毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论 | 4学分 |

### (2) 体育 4学分

第1-4学期的体育(1)-(4)为必修,每学期1个学分;第5-8学期的体育专项不设学分;其中第5-6学期的体育专项为限选,第7-8学期为任选。体育学分不够或不通过者不能获得本科学位。

### (3) 外语 8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8-10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。新的要求有变化,请按照2月份开会后下发的材料修改。

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。

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: 46学分(物化系列A), 45学分(物化系列B)

### (1) 数学 16学分

|          |           |     |
|----------|-----------|-----|
| 10421075 | 微积分B(1)*  | 5学分 |
| 10421084 | 微积分B(2)*  | 4学分 |
| 10421094 | 线性代数(1)*  | 4学分 |
| 10420803 | 概率论与数理统计* | 3学分 |
| 10420252 | 复变函数引论    | 2学分 |
|          | 复变函数和数理方程 | 5学分 |
| 10421102 | 线性代数(2)   | 2学分 |

### (2) 物理、化学: 分系列必修30学分(物化系列A)、29(物化系列B)

#### 1) 物化系列A(侧重物理基础)

物理8门, 必修21学分

|          |          |         |
|----------|----------|---------|
| 10430913 | 力学*      | 3学分     |
| 10430922 | 热学*      | 2学分     |
| 10430983 | 电磁学*     | 3学分     |
| 10430992 | 光学*      | 2学分     |
| 10431002 | 近代物理学    | 2学分     |
| 10430782 | 物理实验(1)* | 2学分     |
| 30350244 | 量子与统计A*  | 4学分     |
| 30350153 | 固体物理学A*  | 3学分     |
| 10430553 | 高新技术物理基础 | 3学分(任选) |

化学5门, 必修9学分



|          |             |     |
|----------|-------------|-----|
| 10440103 | 大学化学A*      | 3学分 |
| 20440513 | 物理化学B*      | 3学分 |
| 10440111 | 大学化学实验B*    | 1学分 |
| 20440151 | 物理化学实验B(1)* | 1学分 |
| 20440161 | 物理化学实验B(2)* | 1学分 |

2) 物化系列B(侧重化学基础)

物理5门, 必修14学分

|          |           |     |
|----------|-----------|-----|
| 10430484 | 大学物理B(1)* | 4学分 |
| 10430494 | 大学物理B(2)* | 4学分 |
| 10430212 | 物理实验(1)*  | 2学分 |
| 30350232 | 量子与统计B*   | 2学分 |
| 30350262 | 固体物理学*    | 2学分 |

化学7门, 必修15学分

|          |             |     |
|----------|-------------|-----|
| 10440144 | 化学原理*       | 4学分 |
| 20440582 | 无机化学*       | 2学分 |
| 20440513 | 物理化学B*      | 3学分 |
| 20440333 | 有机化学B*      | 3学分 |
| 10440111 | 大学化学实验B*    | 1学分 |
| 20440151 | 物理化学实验B(1)* | 1学分 |
| 20440161 | 物理化学实验B(2)* | 1学分 |

3. 专业相关课程 56学分

(1) 工程技术基础课平台课 4门 15学分

1) 计算机类课 1门 3学分

|          |            |     |
|----------|------------|-----|
| 20740042 | 计算机文化基础    | 2学分 |
| 20740073 | 计算机程序设计基础* | 3学分 |
| 30250132 | 计算机语言与程序设计 | 2学分 |
| 20220233 | 计算机硬件技术基础  | 3学分 |
| 20220134 | 计算机硬件技术基础  | 4学分 |
| 30250093 | 计算机网络及应用   | 3学分 |
| 40240243 | 计算机网络      | 3学分 |
| 2033022  | 计算机辅助设计    | 2学分 |

或信息学院开设的有关计算机类课程

2) 机电类 3门 12学分

电工电子 5学分

|          |              |     |
|----------|--------------|-----|
| 20220395 | 电工与电子技术*     | 5学分 |
| 20220053 | 电工技术         | 3学分 |
| 20220064 | 电子技术         | 4学分 |
| 20220314 | 电工技术与电子技术(1) | 4学分 |
| 20220324 | 电工技术与电子技术(2) | 4学分 |

机械类 3学分

|          |             |     |
|----------|-------------|-----|
| 20130412 | 工程图学基础      | 2学分 |
| 20130433 | 机械设计基础B(1)* | 3学分 |



或机械学院开设的有关机械及机械制图类课程

力学类 4学分

|          |        |     |
|----------|--------|-----|
| 20310314 | 工程力学A* | 4学分 |
| 20330343 | 材料力学   | 3学分 |

(2) 专业基础课(材料结构与性能) 6门 19学分

|          |                   |     |
|----------|-------------------|-----|
| 30350064 | 材料科学基础(1)* (英文授课) | 4学分 |
| 30350074 | 材料科学基础(2)* (英文授课) | 4学分 |
| 30350183 | 材料物理性能基础*         | 3学分 |
| 30350093 | 材料化学*             | 3学分 |
| 30350193 | 材料力学性能基础*         | 3学分 |
| 30350042 | 高分子化学与物理*         | 2学分 |

(3) 专业课 14门 21学分

A组 材料分析与检测 7门 11学分

|          |                 |     |
|----------|-----------------|-----|
| 30350083 | X光衍射分析*         | 3学分 |
| 40350033 | 电子显微分析* (英文授课)  | 3学分 |
| 30350271 | 材料科学与工程实验系列(1)* | 1学分 |
| 30350281 | 材料科学与工程实验系列(2)* | 1学分 |
| 30350291 | 材料科学与工程实验系列(3)* | 1学分 |
| 30350301 | 材料科学与工程实验系列(4)* | 1学分 |
| 40350351 | 实验参量测控实验*       | 1学分 |

B组 材料制备与加工: 以下课程中选3门 4学分

|          |                |     |
|----------|----------------|-----|
| 40350452 | 低维材料制备技术       | 2学分 |
| 40350402 | 冶金质量控制         | 2学分 |
| 30350172 | 金属材料加工学基础      | 2学分 |
| 40350412 | 精细陶瓷工艺学        | 2学分 |
| 40350392 | 电子材料工学         | 2学分 |
| 40350432 | 生物材料工艺学 (英文授课) | 2学分 |

C组 材料学及其它: 以下课程中选4门 6学分

|          |           |     |
|----------|-----------|-----|
| 40350362 | 薄膜材料与应用   | 2学分 |
| 40350442 | 金属材料学     | 2学分 |
| 40350492 | 新型金属功能材料  | 2学分 |
| 30350252 | 轻合金       | 2学分 |
| 40350372 | 结构陶瓷材料及应用 | 2学分 |
| 40350462 | 功能陶瓷材料及应用 | 2学分 |
| 40350512 | 电子封装      | 2学分 |
| 40350422 | 聚合物基复合材料  | 2学分 |
| 40350482 | 无机复合材料    | 2学分 |
| 40350502 | 非晶材料导论    | 2学分 |
| 40350222 | 新型碳材料     | 2学分 |
| 40350142 | 高分子材料     | 2学分 |
|          | 计算材料学导论   | 2学分 |
| 40350042 | 零件失效分析    | 2学分 |



|                            |             |      |
|----------------------------|-------------|------|
| <b>(4) 新材料专业导引课 1门 1学分</b> |             |      |
| 30350161                   | 材料学概论*      | 1学分  |
| <b>4. 实践环节 15学分</b>        |             |      |
| 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  |
| 40350342                   | 认识实习*       | 2学分  |
| 21510123                   | 金工实习C(集中) * | 3学分  |
| 21510192                   | 电子工艺实习A*    | 2学分  |
| 40350185                   | 生产实习*       | 5学分  |
| <b>5. 综合论文训练 15学分</b>      |             |      |
| 40340320                   | 综合论文训练      | 15学分 |

## 四、支持培养“研究型、管理型、创新型、国际型”卓越工程人才的材料科学与工程专业人才培养体系

### 4.1 研究型人才培养体系

在材料科学与工程领域，研究型人才应当具有坚实的基础知识、系统的研究方法、高水平的研究能力。在材料科学与工程专业本科生教学中，我们也主要以以上三点为主干实施人才培养。

#### 4.1.1 坚实的基础知识

我系以材料科学的共性理论、性能和表征，制备等构筑的材料科学与工程学科教育培养模式，即“大平台、厚基础、宽口径”的大类专业人才学科培养模式进行人才培养，是我国第一个按材料科学与工程一级学科培养本科生的专业。近年来，我系保持优良教学传统，在继承中求创新。在原有各专业方向课程的基础上，通过调整、合并、取消、补充、新建等，整体优化，重新熔炼，精心打造。坚持“厚基础、强技能、懂专业”的课程体系建设理念，相应地在课程体系中设立了数理化基础课程平台、工程技术和研究技能训练课程平台、专业教育课程平台等三个平台的课程体系骨架结构，建立起了较为完善的课程体系。其中“材料科学基础”、“材料物理性能基础”、“材料化学基础”等主干课程以及综合性研究型实验教学课程都是在原有课程基础上，通过体系创新、内容整合，成为国内首次设立的课程。

#### 4.1.2 系统的研究方法

材料是一门实验学科，从该学科类别的本质出发，我系将提高学生实践动手能力，全面推进工程实践建设作为培养学生系统研究方法的重要手段。材料科学与工程学科基础涉及面广、交叉性强。在课程学时、学分压力比较大的情况下，我系优先保证基本的课程实验训练，



主要包括物理、化学等基础性课程的相关实验课程的安排，以及专业课程的实验训练。

目前，材料系教学实验室为材料科学与工程专业本科生开设了 5 门实验课程，除“实验参量测试与控制”是一门相对独立的基本实验技能培训课程外，其他 4 门实验课程以“材料科学与工程实验系列”统一命名，构成了一组综合性研究型渐进式提高的系列实验课程。在“材料科学与工程实验系列”的每一门课程中，学生都有机会完成一次从材料制备、结构表征到性能检测的全过程实践，这一新的课程体系在实践中取得了显著的效果：这组系列化渐进式提供的综合性研究型实验课程的设置使得学生通过反复、系统且逐渐深化的训练，较好地掌握材料科学与工程研究的基本实验技能和技巧，初步具备根据研究目的进行实验设计、实验操作、数据分析、成果整理的一整套基本的科学研究能力。

#### 4.1.3 高水平的研究能力

有了理论和实践类课程教学为保证，学生的研究能力得到了长足进步。在此基础上，我系通过开放科研实验室活动，把本科生引入教师科研团队中。学生一般从大二开始陆续进入实验室参与教师科研。大二学生中约有四分之一，大三学生中约有三分之一，大四第一学期约 80%，大四第二学期 100% 参与教师科研。

学有余力的本科生在抓紧学习的同时，利用课余时间通过项目训练以及早期课题研究训练，提前进入实验室，跟着老师、研究生“学做”科研，体验科研，这种科研见习训练，收到了很好的效果。通过这样的训练，培养了学生对研究的兴趣，也有利于他们将课堂学习与科研探索有机地结合起来；同时，他们在科研上也取得了十分优异的成绩。最近三年里，由本科生提前进入实验室的结果发表 SCI 收录论文 16 篇，其中本科生为第一作者发表 SCI 收录论文 5 篇，第二作者发表 SCI 收录论文 6 篇。这些论文中，不乏在 *Physical Review Letters*, *Applied Physics Letters*, *Nanotechnology* 等国际顶级期刊发表的高水平论文。

## 4.2 管理型人才培养体系

现代经济社会对工程师提出了越来越高的要求，特别是在组织管理、交流沟通、团队合作方面。非专业能力正成为优秀工程师职业能力的重要部分。在对学生进行管理能力培养的过程中，应着重突出对团队合作的培养，全面提高学生的人际交往和合作能力。同时，对在管理方面有突出潜能的同学进行“因材施教”，努力提供更多的培养锻炼平台。

团队合作培养主要通过学生班集体建设工作实现。针对新生，我系通过团委、学生会开设了新生团队训练营，通过入学初期的两次团队训练，帮助大家从相互认识到学会沟通。在班级建设中，主要通过引入社会工作培养锻炼计划的机遇，鼓励覆盖 100% 学生参与的班级社会工作。自 2005 年秋季开始，我系还在学校开设的社会工作概论课程范畴内开设由本院系组织实施的课程（1 学分），统筹制定了材料系社会工作岗位锻炼计划。旨在通过大课的专题讲座，小课的团结协作和专项训练，提高学生的口头表达能力，与人交往能力，团队合作能力，特定岗位专项能力等等，至今每年都有近 30% 的本科生参与了该项课程学习。



在学习、实践过程中，我系也注重培养学生的团队协作能力。例如全部实验类课程都采取分组的方式进行组织，促进学生进行学术交流，许多讲授类课程的项目作业也都安排以小组团队形式完成。

对于在领导和管理能力方面表现突出的学生，我系积极推荐和鼓励他们进行更高层次的能力锻炼，近年来有多名业务学习与社会工作“双肩挑”的优秀人才曾担任过校团委部长、校学生会副主席以及各社团协会会长等职务。

### 4.3 创新型人才培养体系

材料科学与工程是上世纪 60 年代以后形成的新兴工程学科，同时涵盖了冶金学、金属学、陶瓷学、高分子科学等学科范畴，随着 21 世纪人类在物理、化学等基础学科领域的不断提高，材料领域学科研究和人类认知发生了突飞猛进的发展，一大批新材料、新工艺应用到材料工程中。这样的学科背景决定了本领域人才突出的创新机遇和创新优势。清华大学材料系应紧紧抓住这一难得历史机遇，以学科建设为依托，下大力气打造学生的创新培养体系，初步建成了包含第一课堂创新素质培养为主体，第二课堂学科竞赛、科技活动为补充的创新型学生培养环境，同时利用 SRT 项目、提前进入实验室参与研究课题、生产实习等培养环节，为学生创新型实践提供培育土壤。

在第一课堂教学中，我系主要利用材料学 B、C 组专业任选课程教学环节紧贴国际学术研究前沿的特点，为学生设置开放型项目作业。鼓励学生抛开书本，通过自主进行学术文献调研、实验实践尝试等办法，总结材料前沿发展脉络，提出自己的创新研究思路。在第二课堂领域，我系每年鼓励学生通过材料科学知识竞赛、“材华”文化节等活动，积极开展学科兴趣学习。在我系学生科协的带动和鼓励下，每年材料系都会开展系内的“挑战杯”课外科技作品评比及展示，本科学生积极参加，其中最优秀的部分作品推荐参加学校甚至全国的科技竞赛。

大学生研究拓展训练（SRT）计划自 2004 年实施以来，材料系在学校的支持下，设立了 60 余个 SRT 项目，接纳本科生进行科技研究训练。这些项目为学生实验他们的创新想法提供了优质的平台，他们可以借助我系高水平的研究设备和良好的研究基础，把他们自己的创新思维变成科技成果。经过几年的积淀，在我系科研实验室平台上，已经涌现出了一批由本科学生完成的科研成果。而当有些同学的创新想法受到学校科研平台的局限的时候，我系适时推动了实习实践企业基地建设工作，实践基地的建设为这样的同学提供了创新创造的“用武之地”。利用企业提供的更加工业化的材料工程平台，这些学生将他们的创新想法不仅转化成了科技成果，更有一些突出成果转化为了经济效益。

### 4.4 国际型人才培养体系

近年来，材料系一直致力于加强与国际同行的学术、教学交流活动，培养学生的国际视野和提高学术水平。材料系主要通过双语教学、国际交换学习和英语研究环境建设三个主要



方式全面提高培养人才的国际竞争力。

#### 4.4.1 双语教学

材料系开设的专业基础课程和专业课程，几年来逐步开展双语授课。目前已经开设的英语课程如下，共计 20 学分：

- (1) 材料科学基础 (1)
- (2) 材料科学基础 (2)
- (3) 量子与统计
- (4) 电子显微分析
- (5) 生物材料学概论
- (6) 新型碳材料

其中国家级精品课程《电子显微分析》为全英文教学课程。

#### 4.4.2 国际交换学习

除了教学环节以外，我系积极派出优秀本科生赴法国、日本、加拿大等国家以及台湾、香港地区进行学生交流计划，同时也接收台湾新竹清华大学的本科生来系里进行暑期交流，接收了来自美国、韩国、日本、新加坡、法国、巴基斯坦等国家和台湾、香港地区的留学生（本科或研究生）攻读材料科学与工程学位。目前我系本科生专业常设的国际学校交换计划情况如下：

| 项目名称         | 对方高校                      | 所在国家或地区 | 交换年限 | 年级    | 每年名额  |
|--------------|---------------------------|---------|------|-------|-------|
| 中法 4+4 工程师计划 | 法国中央理工大学集团 (5 校)          | 法国      | 2 年  | 大三、大四 | 2-4 名 |
| 中日联合培养项目     | 东北大学                      | 日本      | 1 年  | 大三、大四 | 1-2 名 |
| 中港交换生计划      | 香港大学、香港科技大学、香港中文大学、香港理工大学 | 香港      | 半年   | 大三    | 2-4 名 |
| 两岸清华交换生计划    | 新竹清华大学                    | 台湾      | 半年   | 大三    | 2-4 名 |

除了常设国际交换计划以外，我系学生积极参加每年由学校提供的交换联合培养项目，赴美国、加拿大、英国、德国等国家的世界一流大学参与联合培养，平均每年 3~5 人次。除此以外，我系学生还经常参加寒暑假期间的国际短期访学项目，并有优秀本科生出国参与国际学术会议。据统计，近 10 年来，清华大学材料科学与工程专业每届本科学生在学期间获得公派出境交流机会的学生比例为 15% 左右。



#### 4.4.3 英语研究环境建设

随着材料科学与工程专业学科建设水平的不断提高，对学生外语能力的要求逐步增加。目前本领域国际前沿学术文献有超过 95% 为英文文献。为了提高学生英语能力和利用英语进行专业学习、研究的能力，我系组织学生积极参与学校外语系组织的暑期外语强化项目学习。材料系组织学生参加各种学术论坛活动，在系内定期举办英文学术报告《材料科学与工程论坛》系列活动，平均每学期组织 30~40 场学术报告，有效提高了学生的学术水平和交流能力。材料系拥有两名外籍教授，系中青年教师中获得海外学位的有 14 人，来自 8 个国家和地区，包括在世界一流大学（牛津大学、剑桥大学、东京大学等）获得博士学位，绝大多数青年教师都有国外做博士后的经验，这些教师均具备建设英语研究环境的能力。在学生参与 SRT 项目、提前进入实验室参与研究课题实验、综合论文训练期间，教师们都着重利用英语交流，指导学生广泛查阅英文科技文献，并指导学生利用英文撰写学术论文。我系平均每年都有 5~6 篇以本科生为作者的英文学术论文公开发表。

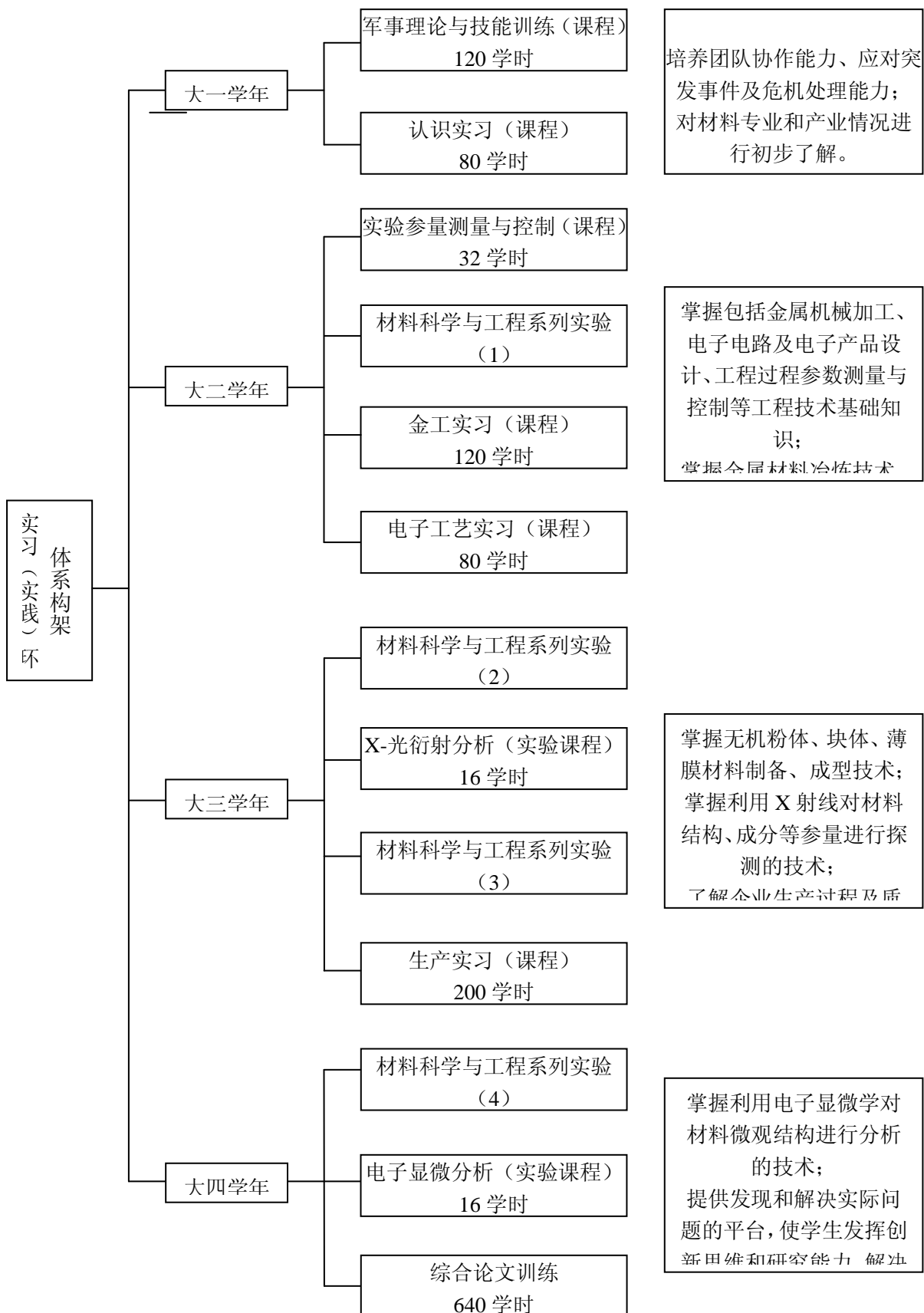
随着与国际交流的不断密切，我专业本科学生越来越受到国际知名大学的青睐。近年来我系本科毕业学生中有约 1/3 被录取到美国、日本等国家知名大学继续攻读学位。



## 五、 工程实践平台

学生本科阶段校内外实践环节累计不少于 1 年。

### 5.1 实习（实践）环节体系构架





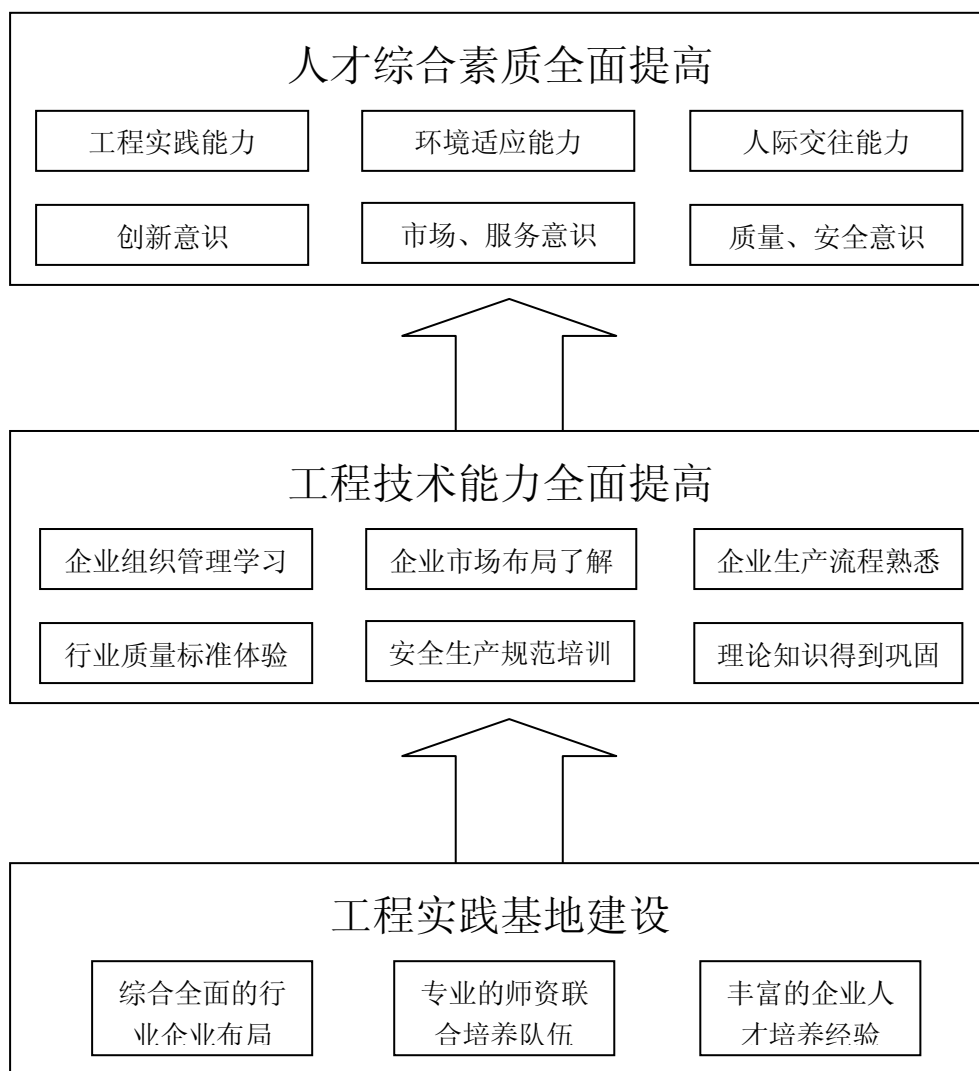
## 5.2 实习实践情况

| 实践环节          | 总学时    | 时间   | 课程属性 | 每届参与人数 | 学分数   |
|---------------|--------|------|------|--------|-------|
| 认识实习          | 80 学时  | 2 周  | 必修   | 95 人   | 2 学分  |
| 生产实习          | 200 学时 | 5 周  | 必修   | 95 人   | 5 学分  |
| 综合论文训练        | 640 学时 | 18 周 | 必修   | 95 人   | 15 学分 |
| 材料科学与工程实验系列 1 | 32 学时  | 大二   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 材料科学与工程实验系列 2 | 32 学时  | 大三   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 材料科学与工程实验系列 3 | 32 学时  | 大三   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 材料科学与工程实验系列 4 | 32 学时  | 大四   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 实验参量测量与控制     | 32 学时  | 大二   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 金工实习          | 120 学时 | 3 周  | 必修   | 95 人   | 3 学分  |
| 电子工艺实习        | 80 学时  | 2 周  | 必修   | 95 人   | 2 学分  |
| 军事理论与技能训练     | 120 学时 | 3 周  | 必修   | 95 人   | 3 学分  |
| X 光衍射分析实验     | 16 学时  | 大三   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 电子显微分析实验      | 16 学时  | 大四   | 必修   | 95 人   | 1 学分  |
| 总计            |        |      |      |        | 37 学分 |



### 5.3 企业平台

#### 5.3.1 生产实习创新性实践教育体系



#### 5.3.2 实践训练基地的合作单位

A: 清华大学材料系学生认识实习合作接待单位名单:

- (1) 中国航天科技集团运载火箭技术研究院材料研究所 (703 所)
- (2) 中国航空工业集团北京航空材料研究院 (621 所)
- (3) 中非集团北京人工晶体研究院
- (4) 中国空间技术研究院
- (5) 首钢集团
- (6) 钢铁研究总院、安泰科技
- (7) 东陶集团(TOTO)北京陶瓷厂



- (8) 北京新奥太阳能
- (9) 北京捷宸阳光科技发展有限公司
- (10) 国瑞电子
- (11) 久智光电子
- (12) 北京天瑞星真空技术开发有限公司
- (13) 北京北仪创新真空技术有限责任公司 等

**B: 清华大学材料系学生生产实习专业实践训练基地单位名单:**

- (1) 东莞新科新技术研究开发有限公司 (位于广东省东莞市)
- (2) 湖南红宇耐磨新材料有限公司 (位于湖南省长沙市)
- (3) 河北星烁锯业股份有限公司 (位于河北省唐山市)
- (4) 山西晋机集团 (位于山西省太原市)
- (5) 广东顺祥陶瓷有限公司 (位于广东省潮州市)

每年各基地分别接纳 10~30 名学生参加生产实习活动

5.3.3 企业学习阶段培养方案

5.3.3.1 培养目标

通过与企业合作,在企业学习阶段培养受到较强工程技术和研究技能的训练,具有较高综合素质和创新能力的材料科学与工程卓越工程师。使学生具备从事材料科学与工程领域中材料的性能改进、质量控制、开发新材料、新工艺和新技术等工程科技工作和技术经济管理工作的能力。

5.3.3.2 校外基地教学大纲

基地教学大纲——认识实习

| 学期                 | 日期     | 课程内容            | 清华大学 | 企业名称  | 基地单位组织形式               |
|--------------------|--------|-----------------|------|---|------------------------|
| 大一学年<br>夏季学期<br>2周 | 1-3 日  | 了解材料工程研究创新与应用平台 | 课程组织 | 中国运载火箭技术研究院材料研究所<br>北京航空材料研究院<br>中非集团北京人工晶体研究院<br>中国空间技术研究院 | 实验研发场所<br>开放、专题报告、展览讲解 |
|                    | 4-5 日  | 了解金属材料生产与加工     | 课程组织 | 首钢集团<br>钢铁研究总院、安泰科技   | 现场讲解、专题知识普及            |
|                    | 6-10 日 | 了解非金属材料生产与加工    | 课程组织 | 东陶集团(TOTO)北京陶瓷厂<br>北京新奥太阳能<br>北京捷宸阳光科技发展有限公司<br>国瑞电子        | 现场讲解、专题知识普及            |



|         |                  |              |  |                                     |             |
|---------|------------------|--------------|--|-------------------------------------|-------------|
|         |                  |              |  | 久智光电子                               |             |
| 11-12 日 | 了解材料行业设备、系统设计、生产 | 课程组织         |  | 北京天瑞星真空技术开发有限公司<br>北京北仪创新真空技术有限责任公司 | 现场讲解、专题知识普及 |
| 13-14 日 | 撰写认识实习报告         | 课程组织<br>报告批阅 |  |                                     | 评价反馈        |

东莞新科基地教学大纲——生产实习

| 学期         | 日期      | 课程内容                  | 清华大学         | 东莞新科         |
|------------|---------|-----------------------|--------------|--------------|
| 大三学年夏季学期5周 | 1-3 日   | 生产实习总论<br>安全意识培训      | 课程组织<br>课程主讲 | 安排生活条件       |
|            | 4-7 日   | 了解和学习公司基本情况、产品体系、质量标准 | 课程组织         | 课程主讲         |
|            | 8-14 日  | 技术理论学习、<br>生产流程实习     | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班 |
|            | 15-21 日 | 生产部门现场实践              | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班 |
|            | 22-28 日 | 研发部门现场实践              | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班 |
|            | 29-35 日 | 实习理论考核、<br>撰写生产实习报告   | 课程组织<br>报告批阅 | 组织考核<br>反馈评价 |

湖南红宇耐磨材料有限公司基地教学大纲——生产实习

| 学期         | 日期      | 课程内容                  | 清华大学         | 湖南红宇         |
|------------|---------|-----------------------|--------------|--------------|
| 大三学年夏季学期5周 | 1-3 日   | 生产实习总论<br>安全意识培训      | 课程组织<br>课程主讲 | 安排生活条件       |
|            | 4-6 日   | 了解和学习公司基本情况、产品体系、质量标准 | 课程组织         | 课程主讲         |
|            | 6-9 日   | 生产流程学习                | 课程组织         | 课程主讲         |
|            | 10-14 日 | 与一线员工交流学习             | 课程组织         | 现场组织         |
|            | 15-32 日 | 生产部门现场实践              | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班 |
|            | 33-35 日 | 撰写生产实习报告              | 课程组织<br>报告批阅 | 反馈评价         |



河北星烁锯业公司基地教学大纲——生产实习

| 学期                 | 日期     | 课程内容                      | 清华大学         | 河北星烁锯业         |
|--------------------|--------|---------------------------|--------------|----------------|
| 大三学年<br>夏季学期<br>5周 | 1-3日   | 生产实习总论<br>安全意识培训          | 课程组织<br>课程主讲 | 安排生活条件         |
|                    | 4-7日   | 了解和学习公司基本情况、行业质量标准、市场营销情况 | 课程组织         | 课程主讲           |
|                    | 8-10日  | 生产流程实习                    | 课程组织         | 工程讲解           |
|                    | 11-24日 | 生产部门现场实践                  | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班   |
|                    | 25-27日 | 企业研发课题现场讨论                | 课程组织         | 工程讲解<br>现场带班   |
|                    | 28-35日 | 参与企业研发任务、<br>撰写生产实习报告     | 课程组织<br>报告批阅 | 组织研发课题<br>反馈评价 |

基地教学大纲——综合论文训练

| 学期                  | 日期     | 课程内容      | 清华大学         | 各实践训练基地        |
|---------------------|--------|-----------|--------------|----------------|
| 大四学年<br>春季学期<br>18周 | 0-1周   | 实验室安全培训   | 课程主讲         | 提供论文选题范围       |
|                     | 2-3周   | 综合论文开题    | 课程组织<br>组织评审 | 参与评审           |
|                     | 4-8周   | 综合论文训练    | 课程组织         | 提供指导<br>开放实践条件 |
|                     | 9-10周  | 综合论文中期检查  | 课程组织<br>检查评审 | 参与检查           |
|                     | 11-16周 | 综合论文训练    | 课程组织         | 提供指导<br>开放实践条件 |
|                     | 17-18日 | 综合论文撰写、答辩 | 课程组织<br>组织答辩 | 参与答辩评审<br>反馈评价 |

## 5.4 基地组织管理体系

### 5.4.1 组织机构

基地组织工作主要由基地领导小组负责,其领导小组成员主要由清华大学材料系相关负



责教师和实践基地指导老师共同构成。

以东莞新科新技术研究开发有限公司训练基地为例。基地组织管理机构由东莞新科技术研究开发有限公司和清华大材料科学与工程系共同组成。

清华大学材料系学生专业实践训练东莞新科基地领导小组成员名单：

- 组长： 潘伟 清华大学材料系 教授、党委书记
- 副组长：付瑜 东莞新科公司 人力资源部总监
- 林元华 清华大学材料系 教授、主管教学副系主任
- 成员： 方淑徽 东莞新科公司 人力资源部经理
- 王健 东莞新科公司 培训部经理
- 马洪涛 东莞新科公司 ST DLC/Vacuum 部高级经理
- 张 弛 清华大学材料系 副教授、主管学生工作系党委副书记
- 李正操 清华大学材料系 副教授、系教学业务办公室主任

#### 5.4.2 工作职责

- (1) 参与系“卓越工程师培养计划”的编制深化和项目落实工作。
- (2) 全程参与高校实践教学联合培养方案的制定，共同制定实践教学及相关联合培养项目的培养目标、培养方案、年度教学计划、课程体系和具体教学内容，并参与监督执行。
- (3) 负责组织学生实习期间的教学活动，为学生提供实践教学的场所、设备及其他必要条件。
- (4) 参与组织实践教学以及与实践教学相关的联合培养各教学环节、阶段成果审查和最终成果评审。
- (5) 为学生实践安排具有相应资格的指导教师。
- (6) 负责做好学生在实践基地学习期间的安全、保密、知识产权保护等教育和管理工作。
- (7) 负责定期向材料系提供相关课程、实习岗位、指导教师等相关信息。

### 5.5 实践条件建设与师资队伍建设

#### 5.5.1 实践条件建设

以东莞新科新技术研究开发有限公司训练基地为例。从 2000 年以来，东莞新科技术研究开发有限公司先后投入巨资从美、日、德等国引进世界一流仪器设备，涵盖了磁记录分析、化学分析、表面分析和材料及产品机械性能分析等领域，构建了设备先进，技术水平高的专业科技实验中心，支援新科内部科研的同时，亦对外开放，以支持国内微电子工业的发展需要。公司完全有能力和资源接纳学校安排的实习生，为其提供劳动用品，防护用品，岗位工作等。

公司和材料系共同致力于实践条件建设。进一步规范实践基地的实践条件。每年将由基地管理机构组织实践条件的落实情况，指导改善实践条件建设工作；按照实践教育的要求，



建立高质量的基地指导教师队伍，确保符合要求的指导教师进行指导工作；加强实践基地教育管理机构的工作，为参加实践教育的学生和来自高校的指导教师提供优质的服务工作。

### 5.5.2 师资队伍建设

校内指导教师：除系实践训练基地领导小组成员以外，材料系每年安排从事教学工作教师、从事学生管理工作教师各 3 名作为带队教师带领学生参加设在校外实践教学训练基地的生产实习活动；另安排 4 名教师带领学生参加校外企业联合组织的认识实习活动。每年投入工程实践平台的校内教师超过 15 人，其中包括专职从事学生教学实验、实践工作教师 5 名。校内教师名单如下：

|     |         |                  |
|-----|---------|------------------|
| 潘伟  | 清华大学材料系 | 教授、党委书记          |
| 张政军 | 清华大学材料系 | 教授、系主任           |
| 林元华 | 清华大学材料系 | 教授、主管教学副系主任      |
| 刘伟  | 清华大学材料系 | 教授、副系主任          |
| 李敬锋 | 清华大学材料系 | 教授、副系主任          |
| 李明  | 清华大学材料系 | 副教授、党委副书记        |
| 张弛  | 清华大学材料系 | 副教授、主管学生工作系党委副书记 |
| 李正操 | 清华大学材料系 | 副教授、系教学业务办公室主任   |
| 储祥诚 | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 王秀梅 | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 赵玉珍 | 清华大学材料系 | 高工、班主任           |
| 吴音  | 清华大学材料系 | 高工、班主任           |
| 沈洋  | 清华大学材料系 | 副教授、研工组组长        |
| 冉锐  | 清华大学材料系 | 助研、学生组组长         |
| 赖文生 | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 黄正宏 | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 钟虬龔 | 清华大学材料系 | 助研、班主任           |
| 罗俊  | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 于荣  | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 李亮亮 | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 曾飞  | 清华大学材料系 | 副教授、班主任          |
| 申玉田 | 清华大学材料系 | 高工、班主任           |

校外指导教师：每个企业实践基地都安排专门指导教师参与学生生产实习活动。每次参与实践的企业派出指导教师 4-6 人，专门负责学生的实践培训、安全管理、现场讲解、实际操作指导等相关工作。以东莞新科新技术研究开发有限公司为例，东莞新科人力资源部安排专职经理 1 人、高级主管 2 人、法务高级主管 1 人、ST DLC/Vacuum 部高级经理 1 人、人



力资源部职员 1 人共计 6 名教师在学生实习期间专门从事学生实习指导工作。

校外教师包括：

621 所：刘大博，成波，扬程，刘勇，刘西珂

唐陶：孙静

顺祥：林伟杰，许名传

新科：付瑜、方淑徽、王健、马洪涛

国瑞电子：王更

北京人工晶体研究院：黄成兴

北京捷宸阳光科技发展有限公司：武涛

中国运载火箭技术研究院：丛倩、陈雄

北京天瑞星真空技术开发有限公司：刘荣、陈步亮

北京北仪创新真空技术有限责任公司：李坤

三一重工：于新哲

## 5.6 企业合作协议