

工程教育认证标准

(中国工程教育认证协会 2012 年 7 月修订)

说 明

1. 本标准适用于普通高等学校本科工程教育认证。

2. 本标准由通用标准和专业补充标准组成。

申请认证的专业应当提供足够的材料证明该专业符合本标准要求。

本标准在使用到以下术语时，其基本涵义是：

(1) 培养目标：培养目标是对该专业毕业生在毕业后 5 年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述。培养目标要适应社会经济发展。

(2) 毕业要求：毕业要求是对学生毕业时所应该掌握的知识和能力的具体描述，包括学生通过本专业学习所掌握的技能、知识和能力。

(3) 评估：评估是指确定，收集和准备所需资料和数据的过程，以便对毕业要求和培养目标是否达成进行评价。有效的评估需要恰当使用直接的、间接的、量化的、非量化的手段来检测培养目标的达成。评估过程中可以包括适当的抽样方法。

(4) 评价：评价是对评估过程中所收集到的资料和证据进行解释的过程。评价过程判定毕业要求与培养目标的达成度，并提出相应的改进措施。

(5) 机制：机制是指针对特定目的而制定的一套规范的处理流程，同时对于该流程涉及的相关人员以及各自承担的角色有明确的定义。

1. 通用标准

1.1 学生

1. 专业应具有吸引优秀生源的制度和措施。
2. 具有完善的学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等方面的措施并能够很好地执行落实。
3. 专业必须对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估，以保证学生毕业时达到毕业要求，毕业后具有社会适应能力与就业竞争力，进而达到培养目标的要求；并通过记录进程式评价的过程和效果，证明学生能力的达成。
4. 专业必须有明确的规定和相应认定过程，认可转专业、转学学生的原有学分。

1.2 培养目标

1. 专业应有公开的、符合学校定位的、适应社会经济发展需要的培养目标。
2. 培养目标应包括学生毕业时的要求，还应能反映学生毕业后 5 年左右在社会与专业领域预期能够取得的成就。
3. 建立必要的制度定期评价培养目标的达成度，并定期对培养目标进行修订。评价与修订过程应该有行业或企业专家参与。

1.3 毕业要求

专业必须通过评价证明所培养的毕业生达到如下要求：

1. 具有人文社会科学素养、社会责任感和工程职业道德；
2. 具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学以及经济和管理知识；
3. 掌握工程基础知识和本专业的基本理论知识，具有系统的工程实践学习经历；了解本专业的前沿发展现状和趋势；
4. 具备设计和实施工程实验的能力，并能够对实验结果进行分析；
5. 掌握基本的创新方法，具有追求创新的态度和意识；具有综合运用理论和技术手段设计系统和过程的能力，设计过程中能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素；

6. 掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法;
7. 了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对于客观世界和社会的影响;
8. 具有一定的组织管理能力、表达能力和人际交往能力以及在团队中发挥作用的能力;
9. 对终身学习有正确认识,具有不断学习和适应发展的能力;
10. 具有国际视野和跨文化的交流、竞争与合作能力。

1.4 持续改进

1. 专业应建立教学质量监控机制。各主要教学环节有明确的质量要求,通过课程教学和评价方法促进达成培养目标;定期进行课程体系设置和教学质量的评价。
2. 专业应建立毕业生跟踪反馈机制以及有高等教育系统以外有关各方参与的社会评价机制,对培养目标是否达成进行定期评价。
3. 专业应能证明评价的结果被用于专业的持续改进。

1.5 课程体系

课程设置应能支持培养目标的达成,课程体系设计应有企业或行业专家参与。课程体系必须包括:

1. 与本专业培养目标相适应的数学与自然科学类课程(至少占总学分的15%);
2. 符合本专业培养目标的工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程(至少占总学分的30%),工程基础类课程和专业基础类课程应能体现数学和自然科学在本专业应用能力培养,专业类课程应能体现系统设计和实现能力的培养;
3. 工程实践与毕业设计(论文)(至少占总学分的20%)。应设置完善的实践教学体系,应与企业合作,开展实习、实训,培养学生的动手能力和创新能力。毕业设计(论文)选题要结合本专业的工程实际问题,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。对毕业设计(论文)的指导

和考核应有企业或行业专家参与。

4. 人文社会科学类通识教育课程（至少占总学分的 15%），使学生在从事工程设计时能够考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。

1.6 师资队伍

1. 教师数量能满足教学需要，结构合理，并有企业或行业专家作为兼职教师。

2. 教师应具有足够的教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力，并且能够开展工程实践问题研究，参与学术交流。教师的工程背景应能满足专业教学的需要。

3. 教师应有足够时间和精力投入到本科教学和学生指导中，并积极参与教学研究与改革。

4. 教师应为学生提供指导、咨询、服务，并对学生职业生涯规划、职业从业教育有足够的指导。

5. 教师必须明确他们在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作，满足培养目标要求。

1.7 支持条件

1. 教室、实验室及设备在数量和功能上满足教学需要。有良好的管理、维护和更新机制，使得学生能够方便地使用。与企业合作共建实习和实训基地，在教学过程中为学生提供参与工程实践的平台。

2. 计算机、网络以及图书资料资源能够满足学生的学习以及教师的日常教学和科研所需。资源管理规范、共享程度高。

3. 教学经费有保证，总量能满足教学需要。

4. 学校能够有效地支持教师队伍建设，吸引与稳定合格的教师，并支持教师本身的专业发展，包括对青年教师的指导和培养。

5. 学校能够提供达成培养目标所必需的基础设施，包括为学生的实践活动、创新活动提供有效支持。

6. 学校的教学管理与服务规范，能有效地支持专业培养目标的达成。

2. 专业补充标准

专业必须满足相应的专业补充标准。专业补充标准规定了相应专业在课程体系、师资队伍和支持条件方面的特殊要求。

机械类专业

本补充标准适用于机械类专业，主要包括机械设计制造及其自动化专业、材料成型及控制工程专业、过程装备与控制工程专业、机械工程及自动化专业、车辆工程专业等。

1. 课程体系

由学校根据自身定位、培养目标和办学特色自主设置课程体系。本专业补充标准对数学与自然科学类、工程基础类、专业基础类、专业类、实践环节、毕业设计（论文）六类课程提出基本要求。

1.1 数学与自然科学类课程

数学类科目包括线性代数、微积分、微分方程、概率和数理统计、计算方法等。自然科学类科目包括物理、化学和生命科学基础等。

1.2 工程基础类课程

工程基础类的科目以数学与自然科学为基础，培养学生应用数学或数值方法，发现并解决实际工程问题的能力。包括理论力学、材料力学、流体力学、传热学、热力学、电工电子学、材料科学基础及其他相关学科的科目。

1.3 专业基础类课程

机械设计制造及其自动化专业应包含：机械原理、机械设计、机械制造技术基础、机械工程控制基础、微机原理、工程测试技术基础等相关科目。

材料成型及控制专业应包含：热加工工艺基础、机械设计基础、机械制造基础、热加工工艺设备及设计、检测技术及控制工程等相关科目。

过程装备与控制工程专业应包含：过程（化工）原理、机械设计基础、过程设备设计、过程流体机械、过程装备控制技术与应用等相关科目。

机械工程及自动化专业应包含：机械设计原理与方法、机械制造工程与技

术、控制理论与技术、工程测试及信息处理、管理科学基础等相关科目。

车辆工程专业应包含：机械设计基础、机械制造基础、控制工程基础等相关科目。此外，汽车方向还应包含汽车构造、理论、设计与实验学等相关科目；机车车辆方向还应包含机车车辆工程、机车构造、列车牵引、制动、网络等相关科目。

工程基础类、专业基础类两者合计至少**占总学分 30%**。

1.4 专业类课程（至少占总学分 10%）

各校可根据自身优势和特点设置课程，办出特色。

1.5 实践环节

1.5.1 工程训练

学生通过系统的工程技术学习和工艺技术训练，提高工程意识和动手能力。包括机械制造过程认知实习、基本制造技术训练、先进制造技术训练、机电综合技术训练等。

1.5.2 实验课程

实验类型包括认知性实验、验证性实验、综合性实验和设计性实验等，培养学生实验设计、实施和测试分析的能力。

1.5.3 课程设计

主干课程应设置课程设计，培养学生的设计能力和解决问题的能力。

1.5.4 生产实习

观察和学习各种加工方法；学习各种加工设备、工艺装备和物流系统的工作原理、功能、特点和适用范围；了解典型零件的加工工艺路线；了解产品设计、制造过程；了解先进的生产理念和组织管理方式。培养学生工程实践能力、发现和解决问题的能力。

1.5.5 科技创新活动

组织学生参与科学研究、开发或设计工作，培养学生的创新思维、实践能力、表达能力和团队精神。

1.6 毕业设计（论文）

培养学生综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力，提高专业素质，培养创新能力。

1.6.1 选题

选题应符合本专业的培养目标和教学要求，以工程设计为主，源于实际工程问题的占一定比例，一人一题。

1.6.2 指导

应由具有丰富经验的教师或企业工程技术人员指导，支持学生到企业进行毕业设计（论文）。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事本专业教学工作的教师，其本科、硕士和博士学历中，至少有一个为机械类专业。

2.2 工程背景

具有企业或相关工程实践经验的教师占 20%以上；具有从事过工程设计和研究背景的教师占 30%以上；获得中、高级工程技术职称或相关专业技术资格的教师占一定比例。

3. 支持条件

3.1 专业资料

各类图书、手册、标准、期刊及电子与网络信息资源能满足学生专业学习和教师专业教学与科研所需。

3.2 实践基地

（1）实验室向学生开放，提供良好的实践环境。加强与业界的联系，建立稳定的产学研合作基地。

（2）建设大学生科技创新活动基地，吸引学生广泛参与科技活动，提高创造性设计能力、综合设计能力和工程实践能力。

计算机科学与技术专业

本补充标准适用于计算机科学与技术专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学包括高等工程数学、概率与数理统计、离散结构的基本内容。

物理包括力学、电磁学与现代物理基本内容。

1.1.2 工程基础和专业基础类课程

教学内容必须覆盖以下知识领域的核心内容：模拟和数字电路、程序设计、数据结构与算法、计算机组织与系统结构、操作系统、计算机网络、软件工程、信息管理，包括核心概念、基本原理，以及相关的基本技术和方法，并培养学生解决实际问题的能力。

1.1.3 专业类课程

进一步体现毕业要求的针对性，包括进一步扩充工程基础和专业基础类课程相关知识领域的内容，适当考虑跨学科、跨专业元素等，进一步促进创新意识和创新能力的培养。

（1）侧重计算机科学教育的强调培养学生探索计算机及其应用的技术和方法，以及软件系统开发方面的能力；

（2）侧重计算机工程教育的强调培养学生计算机系统及其应用系统的设计、制造、开发应用方面的能力；

（3）侧重软件工程教育的强调培养学生从事各类软件系统的开发，特别强调以工程规范进行大型复杂软件系统的开发、生产与维护方面的能力；

（4）侧重信息技术教育的强调培养学生实现给定条件和要求下进行信息系统建设和运维相关的选择、创建、应用、集成和管理等方面的能力。

1.2 实践环节

具有满足教学需要的完备实践教学体系，主要包括实验课程、课程设计、现场实习。积极开展科技创新、社会实践等多种形式实践活动，到各类工程单位实习或工作，取得工程经验，基本了解本行业状况。

实验课程：包括硬件与软件两类。

课程设计：至少完成两个有一定规模的模拟系统。

现场实习：建立相对稳定的实习基地，密切产学研合作，使学生认识和参与生产实践。

1.3 毕业设计（论文）（至少 8%）

学校需制定与毕业要求相适应的标准和检查保障机制，对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求，保证课题的工作量和难度，并给学生有效指导。

选题需有明确的应用背景。一般要求有系统实现。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

大部分授课教师在其学习经历中至少有一个阶段是计算机专业的学历，部分教师具有相关专业学习的经历。

2.2 工程背景

授课教师应具备与自己所讲授的课程相匹配的计算机技术能力（包括操作能力、程序设计能力和解决问题的能力）、参加研究、工程设计实现；教师承担的课程数和授课学时数要限定在合理范围内，保证在教学以外有精力参加学术活动、工程和研究实践，以及提升个人的专业能力。讲授工程与应用类课程的教师应具有适当的工程背景；培养工程应用型人才为主的专业的教师中，承担过工程性项目的教师需占有相当比例，应有教师具有与企业共同工作的经历。

3. 专业条件

3.1 专业资料

配备各种高水平的、最新的、充足的教材、参考书和工具书，以及各种专业和研究机构（如 ACM 和 IEEE 计算机协会）出版的各种图书资料，师生能够方便地利用，阅读环境良好，且能方便地通过网络获取学习资料。

3.2 实验条件

- （1）实验设备完备、充足、性能优良，满足各类课程教学实验的需求。
- （2）保证学生以课内外学习为目的的上机、上网需求。
- （3）实验技术人员数量充足，能够熟练地管理、配置、维护实验设备，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验。

3.3 实践基地

应以校外企事业单位为主，能够为全体学生提供从事计划规定实践的
稳定实践环境；参与教学活动的人员对实践教学目标与要求有足够的理解。

化工与制药类专业

本补充标准适用于化工与制药类专业，包括化学工程与工艺专业和制药工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

本专业补充标准只对数学与自然科学、工程基础、专业基础、专业课程四类课程的内容提出基本要求，各校可在该基本要求之上根据自身的办学特色自主设置相关课程和教学内容。

1.1.1 数学与自然科学类课程

- (1) 数学主要包括微积分、微分方程、线性代数、概率和统计等基本知识。
- (2) 物理主要包括力学、振动、光学、分子物理学、热力学、电磁学等。
- (3) 化学主要包括无机化学和分析化学及相关实验。

1.1.2 工程基础类课程

工程基础类课程的教学内容包括计算机与信息技术类、工程制图类、电工电子类等知识领域，以及设计概论、过程安全、环境保护与可持续发展等内容。

1.1.3 专业基础类课程

化学类课程的教学内容包括有机化学、物理化学和生物化学等知识领域。

对化学工程与工艺专业，专业基础类课程的教学内容主要包括化工原理、化工热力学、化学反应工程、化工过程控制、化工设计等知识领域。

对制药工程专业，专业基础类课程的教学内容主要包括化工原理、药物分析、药物化学、药物合成和工业药剂学等知识领域。

1.1.4 专业类课程

各校可根据人才培养目标、自身优势和特点，设置专业类课程教学内容。

对化学工程与工艺专业，专业类课程的教学内容包括分离工程、化工系统工程、反应器分析等知识领域，以及石油化工、天然气化工、煤化工、精细化工等相关知识领域。

对制药工程专业，专业类课程的教学内容包括制药设备与车间设计、制药工艺学和药品生产质量管理工程等知识领域。

1.2 实践环节

主要包括实验、工程设计、实习、科技创新等多种形式。

(1) 实验 包括基础实验和专业实验两部分。综合型、设计型实验的比例应大于 50%。

(2) 工程设计 包括单元设备设计和产品或过程设计。

(3) 实践与实习 主要包括认识实习和生产实习等。

(4) 科技创新活动 指学生利用课余时间从事的科学研究、开发或设计工作，以及参加各类科技竞赛等。

1.3 毕业设计（论文）（占总学分至少 9%）

(1) 选题 选题原则按照通用标准执行。

(2) 内容 毕业设计包括：运用资料（文献、手册、规范、标准等）搜集所需的信息；技术路线的选择及操作参数控制方案的确定；分析方案的制定；编程或利用现有软件进行装置的工艺计算及典型设备的选型和计算；带控制点工艺流程图、设备布置图及主要设备施工图等工程图纸的绘制；安全卫生及“三废”治理方案的制定；装置的技术经济评价；撰写设计计算书和设计说明书；结题答辩等。

毕业论文包括：运用资料（文献、专利、手册、规范、标准等）搜集所需的信息；国内外同类技术的对比分析；实验技术路线的探讨及实验方案的制定；实验用仪器设备的选购或设计加工以及安装调试；实验分析方法的确定；实验数据的采集、记录和整理；实验数据的处理；撰写论文；结题答辩等。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

(1) 从事专业主干课教学工作的教师其本科、硕士和博士学历中，必须有其中之一毕业于化工类或制药类、药学类专业。

(2) 从事本专业教学工作 35 岁以下的教师必须具有硕士及其以上学位。

2.2 工程背景

从事本专业教学（含实验教学）工作的 80% 以上的教师应有 3 个月以上的工

程实践经历。讲授安全和设计等实践性比较强的教学内容的教师应该具有较丰富的工程实践经验。

3. 支持条件

3.1 实验条件

(1) 实验室安全符合国家规范，实验室面积和实验教学设备满足教学需要。

(2) 基础实验每组学生数不能超过 2 人；专业实验每组学生数原则上不能超过 4 人。

(3) 每个教师原则上不得同时指导 2 个以上不同内容的实验。

3.2 实践基地

(1) 要有相对稳定的校内外实习基地。校内实习基地有科研或生产技术活动，有开展因材施教、开发学生潜能的实际项目。校外实习基地建设年限在 3 年以上，实习基地的生产工艺过程覆盖面广，应包含 3 个以上单元操作过程，有稳定的实习指导教师。制药工程专业的实习单位应通过 GMP 认证。

(2) 学校建有大学生科技创新活动基地。

水利类专业

本专业补充标准适用于水利类专业,包括水文与水资源工程专业、水利水电工程专业、港口航道与海岸工程专业,亦适用于农业水利工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

课程由学校根据培养目标与办学特色自主设置。本专业补充标准只对数学与自然科学类、工程基础类、专业基础类、专业类课程的知识领域提出基本要求。

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学类包括线性代数、微积分、微分方程、概率论和数理统计等知识领域。

自然科学类包括物理、化学、生态学(或环境学)等知识领域。

1.1.2 工程基础类课程

水文专业包括地理学、力学、水利工程学、运筹学和测量学等知识领域。

水工、港航、农水专业包括力学、制图、测量、材料、地质、经济与计算机信息技术等知识领域。根据专业特色,还可包括水文地质学、运筹学等知识领域。

1.1.3 专业基础类课程

水文专业包括气象学、水文学原理、水文统计学和地下水水文学等知识领域,以及水环境化学、河流动力学、水文测验、水利经济和地下水动力学等知识领域。

水工、港航、农水专业包括水利概论(或水利工程概论)、水力学、土力学、工程水文学、钢筋混凝土结构学等知识领域。根据专业特色,还可包括弹性力学与有限元法、河流动力学、海岸动力学、电工学及电气设备、水利计算、土壤学与农作学等知识领域。

1.1.4 专业类课程

水文专业包括水资源利用、水环境保护、水灾害防治等知识领域,以及工程管理、水库调度与管理等知识领域。

水工、港航、农水专业包括各自工程领域的规划、设计、施工、管理等知识领域。

1.2 实践环节

包括课程实验与实习、专业实习、课程设计、毕业设计(论文)及课外实践

环节等，其中每个课程设计一般安排 1~2 周，毕业设计（论文）不少于 12 周。

课程实验与实习包括自然科学类、工程基础类与专业基础类部分知识领域的课程实验与实习，还包括专业类课程的实验。

专业实习包括认识实习、生产实习等。

课程设计，水文专业包括水文水利计算、水资源利用、水环境保护、水文地质勘察等。水工、港航、农水专业包括钢筋混凝土结构以及 3 门以上专业课的课程设计。

1.3 毕业设计（论文）

毕业设计要结合工程实际进行综合设计训练，也可对专门技术问题进行专题研究。课件制作、调研报告、技术总结等不能作为毕业设计的选题。

内容包括选题论证、文献检索、技术调查、设计或实验、结果分析、写作、绘图、答辩等，使学生在各方面得到锻炼。

有足够多的教师从事指导。毕业设计（论文）的相关材料齐全。结合生产项目进行的毕业设计应由教师与企业或行业的专家共同指导、考核。

2. 师资队伍

本专业的专任教师中具有高级职称或具有博士学位的教师比例应达到 50%；应有能够进行双语教学的教师，并有企业或行业专家作为兼职教师；还应有能满足实验教学要求的实验技术人员队伍。

2.1 专业背景

从事本专业必修专业课教学工作的教师，其本科、硕士和博士学历中至少有一个学历属于相应专业类的学科专业，并有较好的学缘结构。

2.2 工程背景

从事专业课教学工作的教师中，80%以上有参与工程实践的经历，10%以上有在相关企事业单位连续工作半年以上的经历。从事专业课教学工作的主讲教师要有明确的科研方向，应有本专业领域的科研经历。

3. 支持条件

3.1 专业资料

有满足教学要求的图书、期刊、手册、年鉴、工程图纸、电子资源、应用软件等各类资源。各类资源的利用率高，有完整的学生借阅、使用档案。

3.2 实验条件

实验仪器设备有足够多的台套数，保证每个学生都能动手操作。

3.3 实践基地

有相对稳定的专业实习基地。实习基地所能提供的实习内容覆盖面广，能满足认识实习、生产实习的教学要求。建有大学生科技创新活动基地，参与科技活动的学生复盖面广。

环境工程专业

本补充标准适用于环境工程专业。

1 课程体系

1.1 课程设置

(1) 数学与自然科学类课程

主要包括数学、物理和化学类课程，其中化学类课程包括无机化学、分析化学、有机化学和物理化学的基本知识及实验。

(2) 工程基础类课程

包括工程制图、工程力学、计算机与信息技术基础、电工与电子技术、工程管理、土建基础等领域的基本知识，使学生掌握工程设计、施工的共性知识和共性技术等。

(3) 专业基础类课程

应包括环境工程原理（或化工原理）、环境监测、环境工程微生物等知识领域的基本理论和方法。

(4) 专业类课程

应包括水环境、大气环境、固体废物处理与处置及物理性污染控制领域的污染防治、环境影响评价与监测、规划与管理等基础知识，掌握对应污染控制工程技术基本原理、设备设施及相关计算方法等。

1.2 实践环节

(1) 环境工程实验

包括环境工程基础实验和污染控制实验两类。其中环境工程基础实验主要包括环境工程原理或化工原理实验、环境监测实验和环境工程微生物学实验等；污染控制实验主要包括水污染控制实验、大气污染控制实验和固体废物处理与处置实验等。

(2) 课程设计

包括水污染控制工程、大气污染控制工程、固体废物处理与处置等课程设计。

(3) 实习

包括认识实习、生产实习及毕业实习，重视建立相对稳定的实习基地。

(4) 科研创新

具有鼓励学生开展科研创新的机制，能充分利用各种教学资源取得科技创新成果。

1.3 毕业设计（论文）

(1) 选题

选题应符合本专业的培养目标，毕业设计（论文）题目一人一题。

(2) 内容

毕业设计：主要包括文献综述、任务的提出、方案论证、设计与计算、技术经济分析、结束语等，并附有相应的设计图纸和计算书。

毕业论文：主要包括文献综述、技术调查、实验方案设计、结果分析、绘图和写作、结题答辩和专业文献翻译等内容。

2 师资队伍

2.1 专业背景

(1) 从事本专业主干课教学工作的教师其本科、硕士和博士学历中，必须有其中之一毕业于环境工程类专业。

(2) 从事专业教学工作的教师，其本科学历毕业于环境工程类专业的教师人数应 $\geq 50\%$ 。

(3) 从事本专业教学工作 35 岁以下的教师必须具有硕士以上学位。

2.2 工程背景

从事专业教学（含实验教学）工作的 80% 的教师均应具有 6 个月以上的企业或工程实践（包括指导实习、与企业合作项目、企业工作等）经历。

3 支持条件

3.1 专业资料

专业教学资料包括教学、参考及交流资料等内容。拥有一定数量完整的成套工程设计资料（包括图纸、手册、设计说明书、设计标准等）、环境影响评价资料等。各类资料能满足教学要求，并能定期补充新出版的资料。资料查阅使用方便，具有良好的阅读环境。

3.2 实验条件

应具有满足水污染、大气污染、固体废物处理与处置等实践教学环节需要的

专业实验室。专业实验室生均使用面积 $\geq 5.0 \text{ m}^2$ 。专业基础实验和专业实验每组学生数 ≤ 6 人；演示实验每组学生数 ≤ 12 人。

3.3 实践基地

有相对稳定的实践基地，实践基地应与环境工程的专业密切相关，为学生提供良好的实践环境和条件，满足实践环节的教学要求。

安全工程专业

本补充标准适用于安全工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

1.1.1 数学与其他自然科学类课程

(1) 数学类课程，包括微积分和解析几何、常微分方程、线性代数、概率和统计、计算方法等基本知识领域。

(2) 自然科学类课程，包括物理类（含力学、光学、热力学、电磁学等），化学类（含无机化学、分析化学、有机化学等）及相关基本实验等知识领域。

1.1.2 工程基础类课程

包括工程力学，工程流体力学，工程热力学，电工与电子技术，机械基础等相关知识领域。

1.1.3 专业基础类课程

包括安全科学基础，安全系统工程，安全人机工程，安全管理，安全法学等相关知识领域。

1.1.4 专业类课程

包括安全检测与监控，电气安全，火灾爆炸，机械安全，通风工程安全，压力容器安全，以及学校自主设置的工业安全技术等相关知识领域。

1.2 实践环节

(1) 专业实验

必开实验包括安全人机工程、设备的安全检测、防火防爆等。自选实验各校根据办学特色和教学计划安排。

(2) 认识实习

认识企业安全生产状况，了解生产工艺与设备的主要危险因素，以及基本的安全技术措施和管理措施。

(3) 生产实习

熟悉安全生产工艺流程，掌握部分关键生产设备、装置的安全技术。

(4) 课程设计

通过专项安全工程、安全管理技术与方法的课程设计，培养学生对知识和技能的综合运用能力。

1.3 毕业设计（论文）

毕业设计（论文）须有明确的工程背景，要密切结合安全生产专题，内容包括选题论证、文献调查、技术调查、设计或实验、结果分析绘图或写作结题答辩等。

毕业设计（论文）应由具有丰富教学和实践经验的教师或企业工程技术人员指导。指导教师要熟悉安全问题解决策略。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事本专业主干课教学工作教师的本科、硕士和博士学历中，必须有其中之一毕业于安全及相近专业。

2.2 工程背景

（1）从事本专业教学（含实验教学）工作的专业课教师必须具有相应工程背景，具有企业或相关工程实践经验的教师应占 20% 以上。

（2）从事本专业教学工作的教师应有参加安全类科研活动的经历，每年应有 3 个月以上的工程实践（包括指导实习、与企业合作项目、企业工作等）。

3. 支持条件

3.1 专业资料：

学校图书馆或所属院（系、部）的资料室中应具有的专业资料应包括：必要的图书、期刊、手册、图纸、电子资源等文献信息资源和相应的检索工具等。

3.2 实验条件

（1）实验室无破损、无危漏隐患，实验器材及相关设施完好，安全防护与疏散、环保设施良好，符合国家规范。

（2）实验课每组学生数不能超过 5 人。

（3）每个教师原则上不得同时指导 2 个以上不同内容的实验。

3.3 实践基地

（1）要有相对稳定的校内外实习基地，要求建设年限在 2 年以上；有明确的与理论教学密切结合的实践教学目的和内容。有稳定的教师和辅助人员队伍；

有科研和生产技术活动；实习基地企业的员工数原则上在 500 人以上。

（2）建有大学生科技创新活动的基地，有一定数量的开展因材施教、开发学生潜能的科技创新项目，有一定数量的学生科技创新成果（获奖、科技论文及专利等）。

电子信息与电气工程类专业

本补充标准适用于电气工程及其自动化、电气工程与自动化、电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、光电信息工程、自动化等专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

课程由学校根据培养目标与办学特色自主设置。本专业补充标准只对“数学与自然科学、工程基础、专业基础、专业”四类课程，按照知识领域提出基本要求。

1.1.1 数学与自然科学类课程

(1) 数学：微积分、常微分方程、级数、线性代数、复变函数、概率论与数理统计等知识领域的基本内容。

(2) 物理：牛顿力学、热学、电磁学、光学、近代物理等知识领域的基本内容。

1.1.2 工程基础类课程

各专业根据自身特点，包括工程图学基础、电路与电子技术基础、电磁场、计算机技术基础、通信技术基础、信号与系统分析、系统建模与仿真技术、控制工程基础等知识领域中的至少 5 个知识领域的核心内容。

1.1.3 专业基础类课程

电气工程及其自动化专业、电气工程与自动化专业：包括电机学、电力电子技术、电力系统基础等知识领域的核心内容。

电子信息工程专业、通信工程专业专业：包括电磁场与电磁波、数字信号处理、通信电路与系统、信号与信息处理、信息理论基础、信息网络等知识领域中的至少 4 个知识领域的核心内容。

电子科学与技术专业：包括电动力学、固体物理、微波与光导波技术、激光原理与技术等知识领域的核心内容。

光电信息工程专业：包括物理光学、应用光学、光电子学、光电检测技术、光通信技术等知识领域的核心内容。

自动化专业：包括现代控制工程基础、运筹学/最优化方法、信号获取与处

理技术基础、电力电子技术、过程控制、运动控制等知识领域中的至少 4 个知识领域的核心内容。

1.1.4 专业类课程

各学校根据自身的专业优势与特点，设置专业必修课程和专业选修课程。

1.2 实践环节与毕业设计（论文）

1.2.1 实践环节

具有面向工程需要的完备的实践教学体系，包括：金工实习、电子工艺实习、各类课程设计与综合实验、工程认识实习、专业实习（实践）等。

1.2.2 毕业设计（论文）

毕业设计（论文）选题要有一定的知识覆盖面，要结合本专业类领域的工程实际问题，包括系统、产品、工艺、技术和设备等进行研究、设计和开发；同时，也要考虑诸如经济、环境、职业道德等方面的各种制约因素。毕业设计（论文）应由具有丰富教学和实践经验的教师或企业工程技术人员指导。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

（1）从事本专业教学工作的教师，其学士、硕士或博士学位之一应属于电子信息与电气工程类专业。

（2）从事本专业教学工作的教师须具有硕士及以上学位。

2.2 工程背景

具有企业或相关工程实践经验的教师应占总数 20% 以上。

3. 支持条件

在实验条件方面具有物理实验室、电工电子实验室、电子信息与电气工程类专业基础与各专业实验室，实验设备完好、充足，能满足各类课程教学实验和实践的需求。

交通运输类专业

本补充标准适用于交通运输类专业，包括交通运输专业和交通工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

课程由学校根据自身的办学特色自主设置，本专业补充标准只对数学与自然科学类、工程基础类、专业基础类、专业类课程应包含的知识领域提出要求。

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学：应包括解析几何、微积分、常微分方程、线性代数、概率和数理统计等基本知识。

自然科学类课程：应包括力学、振动、波动、光学和热力学、电磁学等基本知识。其它自然科学类课程可依专业特色的需要自行设定。

1.1.2 工程基础、专业基础、专业类课程（至少占总学分的40%）

工程基础类课程：应包括画法几何与工程制图，道路、铁道、水运、航空等工程基础与信息控制基础、计算机应用技术等知识领域。

专业基础类课程：**交通运输专业**应包括交通运输政策法规、交通运输设备、交通运输规划、交通运输商务、交通运输经济、交通运输安全和运筹学等知识领域。**交通工程专业**应包括城市规划原理、交通设施勘测设计、道路工程、控制工程、道路建筑材料、交通系统分析、智能交通与控制、运筹学、计算机辅助交通工程设计等知识领域。

专业类课程：**交通运输专业**应包括旅客运营组织、货物运营组织、港站枢纽规划与设计、调度指挥知识领域，各校可结合自身办学特色设置体现不同运输方式特点的课程。**交通工程专业**应包括交通设施规划、交通组织、交通运营方面的知识领域，具体分为交通调查与分析、交通流理论、交通规划、交通设计、交通管理与控制、交通安全、交通经济、公共交通等内容。

上述各类课程之外，设置一定数量的专业补充课程，强化学生的个性化发展。

1.1.3 人文社会科学类通识教育课程

包括从事工程实践活动需要的哲学、伦理、法律、经济、环境、思想道德等

知识领域。

1.2 工程实践与毕业设计（论文）

1.2.1 工程实践

具有满足达成培养目标需要的工程实践教学体系，主要包括实习、实验、课程设计等，鼓励开展科技创新活动和社会实践。要求具备完整的工程实践大纲、指导书，学生按规范完成工程实践报告。实习应建立相对稳定的校内外实习基地，密切产学研合作。实验中综合型、设计型、创新型实验比例应高于 50%。课程设计应至少完成两个贯穿课程主要知识点的课程设计。

1.2.2 毕业设计（论文）

应具备科学、合理、严格的毕业设计（论文）管理制度及其质量监督保障机制，毕业设计（论文）应材料齐全。选题应有明确的工程应用背景，工作量和难度适中。指导教师应引导学生完成选题、调研、查阅资料、需求分析、制定计划以及研究、设计、撰写等环节，使学生得到全面、系统的专业能力训练。指导的学生应数量适当，并保证达到规定的指导次数和指导时间。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事专业课教学（含实践教学）的主讲教师，原则上具有硕士或博士学位（具有 5 年以上工程实践经历的教师除外）。学习经历中至少有一个是交通运输工程相关专业或已取得专业岗位资格。高级职称教师占专任教师的比例不低于 40%。

2.2 工程背景

从事专业课教学的主讲教师，应每 3 年有 3 个月以上的工程实践（包括现场实习或指导现场实习、参与交通运输工程项目开发、在交通运输工程企业工作等）经历。应有明确的科研方向和不间断地参与科研工作实践。

3. 专业条件

3.1 专业资料

学校图书馆或所属院（系）资料室（或分馆）中应具有与本专业有关的满足专业学生需要数量的各类文献信息资源和相应的检索工具等。

3.2 实验条件

应拥有支撑本专业教学的实验场地和设施设备，满足大纲要求的实验项目内

容和学时要求。实验室应建立完善的开放运行管理制度和实验教学质量保证体系。

3.3 实践基地

应建立相对稳定的实习基地，建设年限在 3 年以上。实习基地应具有明确的实践教学目的和任务，实习的场地、设施、教辅人员能够满足人才培养的需要。实习基地参与教学活动的人员对实践教学目标与要求有足够的理解。

地矿类专业

本补充标准分别包括采矿工程专业补充标准和矿物加工工程专业补充标准。

采矿工程专业

本补充标准适用于采矿工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

1.1.1 数学与自然科学类课程

包括数学、物理类课程，其中数学类课程应包括微积分、空间解析几何、常微分方程、线性代数、概率论和数理统计等基本知识。物理类课程应包括力学、振动、波动、光学、分子物理学和热力学、电磁学、狭义相对论力学基础、量子物理基础等知识。

1.1.2 工程基础类课程

工程基础类课程的教学内容必须覆盖以下核心内容：弹性力学、工程力学、流体力学、工程制图、电工与电子技术、计算机与信息技术基础等，包括核心概念、基本原理及相关技术与方法。

1.1.3 专业基础类课程

专业基础类课程的教学内容必须覆盖以下核心内容：地质学、采掘机械、岩体力学与工程、矿业系统工程、矿山环保与安全、以使学生学习采矿工程的共性知识和共性技术。

1.1.4 专业类课程课程

各校根据人才培养目标和自身优势和特点，设置专业类课程教学内容，本专业类课程分为煤与非煤两类核心专业课程，除矿床开采、矿井通风与安全、井巷工程等核心知识都需要掌握外，煤和非煤专业类其他课程允许各有特色和侧重。其中煤炭类学生必须掌握的核心内容还应该包括矿山压力及岩层控制、边坡稳定等；非煤类学生必须掌握的核心内容还应该包括凿岩爆破工程等。

1.2 实践环节

具有满足采矿工程需要的完备的实践教学体系，主要包括实验课程、课程设计、现场实习，积极开展科技创新等多种形式的实践活动。

（1）课程设计应从露天开采及地下开采课程设计、机械设计基础课程设计、矿井通风安全课程设计中至少选择两个。

（2）实习应包括：认识实习、生产实习及毕业实习，建立相对稳定的实习基地，密切产学研合作，使学生认识和参与生产实践。

（3）实验应从岩石力学、矿山压力及岩层控制、爆破工程、矿井通风与安全、边坡稳定等实验中至少选择三个实验。

1.3 毕业设计（论文）

需要制定与毕业要求相适应的标准和检查保障机制，培养学生综合运用所学知识分析和解决工程问题的能力，提高毕业生的专业素质。

毕业设计（论文）选题应符合本专业的培养目标并且以工程设计为主，需有明确的应用背景。

对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求，保证课题的工作量和难度，引导学生完成选题、调研、实践、资料查阅、需求分析、开题报告、概要设计、详细设计、文档撰写、进度报告、毕业论文撰写等环节，给学生有效指导。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事本专业主干课程教学工作的教师其本科、硕士和博士学位中，必须有其中之一毕业于采矿工程专业，部分教师具有相关专业学习经历。

2.2 工程背景

从事本专业教学（含实验教学）工作的 80%以上的教师至少要有 6 个月以上矿山企业或工程实践（包括指导实习、与企业合作项目、企业工作等）经历。

3. 支撑条件

3.1 专业资料

配备各种高质量的（含最新的）、充足的教材、参考书和相关的中外文图书、期刊、工具手册、电子资源等各类资料，其中包括国内外典型采矿设计案例。专业资料查阅使用方便，具有良好的阅读条件。

3.2 实验条件

(1) 实验设备完备、充足、性能优良，满足各类课程教学实验的需要。

(2) 实验室照明、通风设施良好，水、电、气管道、网络走线布局安全、合理，符合国家规范。

(3) 实验技术人员数量充足，应满足学生进行岩石力学、矿山压力及岩层控制、通风与安全、采矿方法、边坡稳定等方面实验的基本要求，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验。

3.3 实践基地

(1) 能够为全体学生提供从事计划规定的稳定的校内外实习基地，加强与矿业界的联系，建立稳定的产学研合作基地。

(2) 实践基地应以校外矿山企业为主，能满足全体学生进行认识实习、地质实习、生产实习及毕业实习等实践环节的教学要求。

矿物加工工程专业

本补充标准适用于矿物加工工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

1.1.1 数学与自然科学类课程

包括数学、物理、化学类课程，其中数学类课程应包括微积分、空间解析几何、常微分方程、线性代数、概率论和数理统计等基本知识。物理类课程应包括力学、振动、波动、光学、分子物理学和热力学、电磁学、量子物理基础等知识。化学类课程应包括溶液理论、化学热力学、化学动力学初步、元素周期律、原子和分子结构等知识。

1.1.2 工程基础类课程

工程基础类课程的教学内容必须覆盖工程力学、工程流体力学、工程制图、机械设计基础、电工与电子技术、计算机与信息技术基础等方面的核心概念、基本原理及相关技术与方法。

1.1.3 专业基础类课程

专业基础类课程的教学内容必须覆盖有机化学、分析化学、物理化学、化工原理、岩石矿物学基础等知识领域的基本理论和方法。

1.1.4 专业类课程

本专业类课程分为主干课和选修课。专业主干课是学生必修课，包括矿物加工学、选矿厂设计和矿物加工试验研究方法；专业选修课程有选矿厂管理、矿物加工机械、选矿过程模拟与优化、浮选药剂、化学选矿等，各校可根据自身优势和所属行业特点，在满足学分与课程基本要求的条件下自行选择。

1.2 实践环节

实践教学环节主要包括金工实习、选矿厂设计课程设计、机械设计基础课程设计、专业实习、实验、科研创新、社会实践等多种形式。

(1) 课程设计包括选矿厂设计课程设计、机械设计基础课程设计。

(2) 专业实习包括认识实习、生产实习及毕业实习，建立相对稳定的实习基地，密切产学研合作，使学生认识和参与生产实践。

(3) 实验包括各类课程实验和矿物加工专题试验、试验研究方法系列试验。

(4) 各校可根据自身的实际情况，组织学生开展科研创新和社会实践活动，以培养他们的创新思维能力、团队精神和组织管理能力。

1.3 毕业设计（论文）

需要制定与毕业要求相适应的标准和检查保障机制，培养学生综合运用所学知识分析和解决工程问题的能力，提高毕业生的专业素质。

毕业设计（论文）选题应符合本专业的培养目标并且以工程设计为主，需有明确的应用背景。

对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求，保证课题的工作量和难度，引导学生完成选题、调研、实践、资料查阅、需求分析、开题报告、概要设计、详细设计、文档撰写、进度报告、毕业论文撰写等环节，给学生有效指导。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事本专业主干课程教学工作的教师其本科、硕士和博士学位中，必须有其中之一毕业于矿物加工工程专业，部分教师具有相关专业学习经历。

2.2 工程背景

从事本专业教学（含实验教学）工作的 80%以上的教师至少要有 6 个月以上矿山企业或工程实践（包括指导实习、与企业合作项目、企业工作等）经历。

3. 支撑条件

3.1 专业资料

学校图书馆或所属院（系、部）的专业资料室中应具有与培养目标相适应的矿物加工工程专业有关的中外文图书、期刊、手册、图纸、电子资源等各类资料，其中包括国内外典型选矿设计案例。专业资料查阅使用方便，具有良好的阅读条件。

3.2 实验条件

（1）实验设备完备、充足、性能优良，满足各类课程教学实验的需要。

（2）实验室照明、通风设施良好，水、电、气管道、网络走线布局安全、合理，符合国家规范。

（3）实验技术人员数量充足，应满足学生进行矿物加工学、试验研究方法等课程所涉及实验的基本要求，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验。

3.3 实践基地

（1）能够为全体学生提供从事计划规定的稳定的校内外实习基地，加强与矿业界的联系，建立稳定的产学研合作基地。

（2）实践基地应以校外矿山企业为主，能满足全体学生进行认识实习、生产实习及毕业实习等实践环节的教学要求。

食品科学与工程专业

本补充标准适用于食品科学与工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学包括高等数学、线性代数、概率论和数理统计；物理包括力学、气体运动理论及热力学、电磁学、振动和波动、波动光学、近代物理；化学包括无机化学、有机化学、分析化学、物理化学的理论知识与实验技术；生命科学基础课程包括细胞生物学、分子生物学等。

1.1.2 工程基础类课程

必须包含的知识领域：食品工程制图基础知识，食品机械工程基础知识、食品加工单元操作的基本原理、基本方法、基本技术等。

1.1.3 专业基础类课程

必须包含的知识领域：食品原料与成品中各种成分的化学性质、生理功能、体内代谢机制；食品加工与贮藏过程中所发生的化学变化、微生物变化、物性变化；食品各种危害因素及其检测和控制的基本概念、基本原理、基本技术等。

1.1.4 专业类课程

必须包含的知识领域：各类食品加工基本技术及质量安全控制技术、加工机械与设备、食品生产车间与工厂设计、环境保护等。

1.2 实践环节

必须包含的环节：课程实验、课程设计、金工实习、生产实习。

1.3 毕业设计（论文）

毕业设计比例数不低于总数的 50%。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

必须有食品科学与工程及相关专业的学习经历；具有博士学位的教师应占教师总数的 30%以上，具有硕士及其以上学位的教师应占 60%以上；具有五年及其

以上本专业教龄的教师占 60%以上。

2.2 工程背景

从事本专业教学（含实验教学）工作的教师 80%以上应有 4 个月以上的工程实践（包括指导实习、与企业合作项目、企业工作等）经历。

3. 专业条件

3.1 专业资料

学校图书馆或所属院（系、部）的资料室中应具有一定数量与本专业有关的图书、期刊、手册、图纸、电子资源等各类资料，其中外文资料应占有一定比例，且各类资料的利用率高。

3.2 实验条件

实验设备完好率大于 95%；实验开出率达到 100%；专业基础实验每组学生数不超过 2 人，工艺类实验每组学生数不超过 6 人。

3.3 实践基地

建立稳定的校外实习基地；聘请生产企业技术骨干作为实践指导教师。

材料类专业

本认证标准适用于材料类专业，包括材料科学与工程专业、冶金工程专业、金属材料工程专业、无机非金属材料工程专业、高分子材料与工程专业等。

1. 课程体系

1.1 课程设置

课程设置由学校根据自身定位、培养目标和办学特色自主设置。本专业补充标准对数学与自然科学类、工程基础类、专业基础类、专业类、实践环节、人文社会科学类通识教育这六类课程的内容提出基本要求。

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学类科目包括线性代数、微积分、微分方程、概率和数理统计等内容。自然科学类的科目应包括物理、化学等。

1.1.2 工程基础类课程

材料类专门人才需要掌握与材料科学与工程学科相关的工程技术知识，包括计算机与信息技术基础类、力学类、机械设计基础类、电工电子等相关科目内容。

1.1.3 学科专业基础类课程

材料科学与工程专业应包含的知识领域：材料科学基础、材料工程基础、材料性能表征、材料结构表征、材料制备技术、材料加工成形等相关教学内容。

高分子材料与工程专业应包含的知识领域：高分子物理、高分子化学、材料科学与工程基础、聚合物表征与测试、聚合物反应原理、聚合物成型加工基础、高分子材料和复合材料、高分子材料加工技术等相关教学内容。

冶金工程专业应包含的知识领域：物理化学、金属学及热处理、冶金原理（钢铁冶金原理、有色冶金原理）或冶金物理化学、冶金传输原理、反应工程学或化工原理、冶金实验研究方法、钢铁冶金学、有色冶金学等相关教学内容。

金属材料工程专业应包含的知识领域：物理化学、材料科学基础、材料工程基础、材料性能表征、金属材料及热处理、材料结构表征、材料制备技术、材料加工成形等相关教学内容。

无机非金属材料工程专业应包含的知识领域：材料科学基础，材料工程基础，材料研究方法与测试技术，无机材料性能，无机非金属材料工艺学，无机非金属

材料生产设备等相关教学内容。

1.1.4 专业类课程

各校可根据自身优势和特点设置课程，办出特色。

1.2 实践环节

1.2.1 课程实验

实验类型包括认知性实验、验证性实验、综合性实验和设计性实验等，配合课程教学，培养学生实验设计、仪器选择、测试分析的综合实践能力。

1.2.2 课程设计

通过机械零件设计、材料产品设计与工厂生产线布置设计等综合课程设计，培养学生对知识和技能的综合运用能力。

1.2.3 认识实习、生产实习

建立稳定的校内外实习基地，制定出符合生产现场实际的实习大纲，让学生在实习中通过现场的参观和具体的实践活动，了解和熟悉材料生产过程，培养热爱劳动的品质和理论联系实际的能力。

1.2.4 毕业设计或毕业论文

毕业设计（论文）选题要符合本专业的培养目标并具有明确的工程背景，应有一定的知识覆盖面，尽可能涵盖本专业主干课程的内容；应由具有丰富教学和实践经验的教师或企业工程技术人员指导。实行过程管理和目标管理相结合的管理方式。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事本专业主干课教学工作的教师其本科、硕士和博士学历中，必有其中之一毕业于材料类专业。

2.2 工程背景

- a、师资中应含有具有企业或社会工程实践经验的教师；
- b、师资中具有工程设计背景或科研背景的教师应占 30% 以上。

3. 支持条件

3.1 专业资料

学校图书馆或所属院（系、部）的资料室中应配备各种高质量的（含最新的）、

充足的教材、参考书和相关的中外文图书、期刊、工具手册、电子资源等文献信息资源和相应的检索工具。

3.2 实验条件

专业课实验开出率应达到 90%以上，综合性、设计性和创新性实验课程占总实验课程比例大于 60%；每个实验既要有足够的实验台套数，又要有较高的利用率；基础实验每组学生数不能超过 2 人；专业实验每组学生数不能超过 3 人；大型仪器实验每组学生数不能超过 8 人。

3.3 实践基地

要有相对稳定的校内外实习、实践基地，各类实验室向学生全面开放，为学生提供充足优越的实践环境和条件。加强与业界的联系，建立稳定的产学研合作基地。

测控技术与仪器专业

本补充标准适用于测控技术与仪器专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

本补充标准对数学与自然科学基础、工程基础、专业基础、专业四类课程的核心知识领域提出基本要求，学校充分考虑所依托行业特点和办学特色自主设置课程、确定课程名称和组织课程内容。

1.1.1 数学与自然科学类课程

高等数学、工程数学、物理及根据专业特点开设的化学、生物类课程等相关知识领域。

1.1.2 工程基础与专业基础类课程（至少占总学分的 22%）

应包括以下相关知识领域：工程图学基础，程序设计基础，电路、信号与系统分析，误差理论与数据分析，测量理论与测试技术，测控电子技术基础，工程力学与精密机械基础，工程光学基础，控制理论与技术，嵌入式系统与总线通讯技术，信号分析与处理。

1.1.3 专业类课程（至少占总学分的 8%）

学校根据自身优势和特点，围绕传感技术，测控技术及其集成应用，仪器设计、制造、开发、测试、安全保障、能效评价及工程应用等知识领域自主设置专业类课程。

1.2 实践环节（至少占总学分的 12%）

配合专业教学进程，通过工程训练、课程实验、课程设计、生产实习、毕业实习及科技创新实践、社会实践等一系列专业实践教学活动的，进行系统的工程技术教育和基本技能训练，培养学生的工程意识、创新思维和团队协作精神。主要包括：

- （1）实验设计、系统调试、仪器使用、功能测试、性能分析；
- （2）典型仪器和测控系统的组成、原理、功能和特点；
- （3）针对仪器工程问题进行系统表达、建立模型、分析求解和论证评价；
- （4）了解典型仪器设计、工艺和制造过程的相关知识，了解先进的生产理

念和组织管理方式等；

(5) 了解行业需求。

1.3 毕业设计(论文) (至少占总学分的 8%)

注重培养学生综合运用所学知识分析和解决实际问题的能力, 建立与毕业要求相适应的质量标准和保障机制, 引导学生完成选题、调研、文献综述、方案设计、软硬件设计、数据处理、性能测试与分析、工作汇报、论文撰写等训练环节。

选题涵盖本专业基本技能训练要素, 具有明确的工程应用背景:

(1) 工程设计类: 包括仪器设计、测控系统(装置)设计、传感器或控制元部件设计等。毕业设计(论文)应包括文献综述、方案论证、软硬件设计、数据处理方法、技术性能指标测试与分析等内容。

(2) 实验研究类: 独立完成完整的实验过程, 取得足够的实验数据。毕业设计(论文)应包括文献综述、思想形成、实验装置与实验方法、实验验证过程与结果分析等内容。

(3) 软件开发类: 独立完成一个测控系统相关的应用软件或较大软件系统中的模块开发, 保证足够的工作量。毕业设计(论文)应包括文献综述、需求分析、总体设计、实现与性能测试、结果分析等内容。

毕业设计(论文)由具有丰富教学和实践经验的教师或企业工程技术人员指导, 过程管理与目标管理相结合。积极组织学生到企业进行毕业设计(论文)。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

从事专业课程教学的教师具有本科及以上学历, 40 岁以下教师 50%以上具有博士学位。50%以上的教师具有五年及以上教龄。

2.2 工程背景

从事专业基础和专业课教学的教师 80%应具有完成企业合作项目或在企业连续工作半年以上的经历, 各校可以根据自身情况聘请一定比例的工程界(企业界)人士为兼职教师。

3. 专业条件

3.1 专业资料

教学资料能满足专业教学要求, 师生能够方便地利用专业教学资料, 能提

供优质的网络环境和网络资源为专业教学服务。

3.2 实验条件

有足够的实验场地和实验设备，满足学生进行课程实验和工程实践的基本需要。有完善的实验室管理制度和实验教学质量保证体系，设施完好率高，安全措施健全。

3.3 实践基地

有相对稳定的校内外实习基地，努力使各类实验室向学生全面开放，支持学生科技创新活动，为学生提供优越的实践环境和条件。与业界联系紧密，有稳定的产学研合作基地，学生能及时了解社会和行业需求。

测绘工程专业

本认证标准适用于测绘工程专业。

1. 课程体系

1.1 课程设置

本专业补充标准只对数学与自然科学、工程基础、专业基础、专业四类课程的内容提出基本要求。各校可在该基本要求之上根据自身的办学特色增设课程。

1.1.1 数学与自然科学类课程

(1) 数学：高等数学、线性代数、概率论和数理统计的基本内容。

(2) 自然科学：大学物理、地球科学概论的内容。

1.1.2 工程基础类课程

程序设计、数据结构、计算机图形学、软件工程和工程力学、工程制图等知识领域的核心内容。

1.1.3 专业基础类课程

应包括测绘学概论、数字地形测量、误差理论与测量平差、大地测量学基础、地图制图学基础、摄影测量学基础、3S 技术原理与应用等知识领域。

1.1.4 专业类课程

可根据自身优势和特点，按照下面某个或多个或综合方向知识点设置专业类课程，办出特色：

- A. 大地测量学与导航定位；
- B. 工程与工业测量；
- C. 摄影测量与遥感；地图制图学与地理信息工程；
- E. 海洋测绘；
- F. 矿山测量。

1.2 实践环节

实践教学分为课间实验或实习、课程设计与集中实习、生产实习与社会实践、综合设计等环节，各实践环节依托校内基础实验室、校内专业实验室、校外实习基地、企业生产实践平台等实践教学条件来完成。

1.2.1 课间实验、实习

结合理论课程的教授,利用校内基础实验室平台进行实验、实习,帮助学生加深理解所学理论知识,锻炼测量仪器的操作能力,熟悉测绘软件的使用方法等。

1.2.2 课程设计与集中实习

可根据自身优势和特点,按照前述的A~F某个或多个方向的实践能力培养设置课程设计与集中实习课程,办出特色。

1.2.3 生产实习与社会实践

通过校企联合建立生产实习与社会实践基地,完成外业测量、内业处理等工程实践,培养学生的工程能力。

1.2.4 综合设计

在第四年培养学生灵活运用所学专业理论和技能进行技术开发的能力,锻炼学生运用新技术、新方法解决测绘工程问题的能力。

1.2.5 科技创新活动

学生利用课余时间从事科学研究、开发或设计工作,鼓励学生参加大学生科研,参加各类科技竞赛,使学生受到科学研究和科技开发方法的基本训练,培养学生的创新能力、项目申请和组织实施能力。

1.3 毕业设计(论文)

毕业设计(论文)是对学生运用在校期间学习和掌握的理论知识、专业知识综合分析和解决生产实际问题的能力进行的一次综合训练和考评,可以是一项工程设计,也可以是一个测绘软件系统或新技术应用研究项目。

1.3.1 选题

鼓励学生结合工程建设中的测绘需求进行新技术应用研究,或者独立完成一个解决测绘专业问题的软件开发。

1.3.2 内容

包括选题审核、开题报告、文献阅读、技术设计或实验、结果分析、论文写作、毕业答辩等,培养学生的工程意识和创新意识。

1.3.3 指导

应由中级职称以上的教师或工程技术人员指导,实行过程管理和目标管理相结合的管理方式。学生每周至少和指导老师讨论一次,每个学生一个选题并独立完成,答辩结束后提交毕业设计(论文)及任务书、开题报告、指导教师评语、评

阅教师评语、答辩记录等资料并存档。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

大部分授课教师在其学习经历中至少有一个阶段是测绘类专业的学历, 部分教师具有相关专业学习的经历。

2.2 工程背景

(1) 从事专业课教学工作的教师应有主持测绘工程项目的经历。主讲教师要有明确的属于本专业领域的科研方向。

(2) 从事专业实验教学工作的教师应有参加测绘工程项目的经历。

3. 专业条件

为保证教学质量 and 专业发展, 学校应提供足够的资金支持, 用以吸引、保持优秀的教师队伍, 提供业务进修条件, 配备足够的适合于测绘工程专业教育使用的仪器设备, 并保持正常运行。

3.1 实验条件

(1) 实验室建设须有长远建设规划和近期工作计划, 实验室建设既需要建设专业基础实验室, 又需要结合本专业特长和社会需求, 建设专业实验室。

(2) 用于教学的实验室设备完备、充足、性能优良, 满足各类课程教学实验的要求。

(3) 所有的教学实验应具备教学大纲、教学计划、任务书、教学日志、课表、实验指导书等规范材料。

3.2 实践基地

(1) 根据学校的办学特色和条件, 建立满足教学需要、相对稳定、多种形式的实习基地。根据实习内容各校对实习经费应予以保障。并设有专门的指导教师对学生的实践内容、实践过程等进行全面跟踪、指导。

(2) 学校应定期对实习基地进行评估, 包括接受学生的数量、提供实习题目的质量、学生实践过程的管理和学生实践效果的评价等。

(3) 学校应有相关政策保障相关专业实验室的高端仪器设备向参加科技创新活动的大学生开放, 为学生完成科研项目提供良好条件。

土木类专业

本补充标准适用于土木类专业，包括土木工程专业、给水排水工程专业、建筑环境与设备工程专业等。

1. 课程体系

1.1 课程设置

本补充标准仅对数学与自然科学类、工程基础类、专业基础类、专业类、人文社会科学类课程的知识领域提出基本要求，具体课程由学校根据自身定位、培养目标和办学特色自主设置。

1.1.1 数学与自然科学类课程

数学类课程应包括微积分、线性代数、概率论与数理统计等知识领域。自然科学类课程应包括物理学、化学等知识领域。

1.1.2 工程基础类课程

土木工程专业：包括理论力学、材料力学、结构力学、流体力学（水力学）、土力学、工程地质、工程材料、工程制图、工程测量以及房屋建筑学、工程经济、计算机技术与应用等相关知识。

给水排水工程专业：包括土建工程基础、工程制图、工程测量、工程力学、工程施工技术、工程项目管理、工程经济、计算机技术与应用等相关知识。

建筑环境与设备工程专业：包括工程力学、传热学、工程热力学、流体力学、工程制图、工程测量、工程施工技术、工程项目管理、工程经济、计算机技术与应用等相关知识。

1.1.3 专业基础类课程

土木工程专业：包括工程荷载与可靠度设计原理、混凝土结构、钢结构、基础工程、工程施工技术、工程施工组织、工程试验等。

给水排水工程专业：包括水文与水文地质学、水分析化学、水处理生物学、水力学、水质工程学、给水排水管网系统、建筑给水排水工程、水资源保护与利用等。

建筑环境与设备工程专业：包括建筑环境学、机械设计基础、流体输配管

网、热质交换原理与设备、暖通空调、冷热源技术、燃气供应、建筑给排水、建筑自动化、建筑环境测试技术等。

1.1.4 专业类课程

各校可根据社会发展需求及自身优势和特点设置课程，办出特色。

1.1.5 人文社会科学类课程

培养学生的人文社会科学素养、公民意识和社会责任感，促进学生身心健康，具备运用外国语进行交流和解决工程问题的能力。使学生掌握我国勘察设计注册工程师（包括注册结构工程师、注册土木工程师、注册公用设备工程师等专业）、注册建造师等执业资格相关的法律法规、职业道德、岗位职责等方面的要求，从事专业工作时能够正确认识社会、经济、环境、安全、法律等各种因素的影响。

1.2 实践环节

包括课程实验与实习、专业实习、课程设计、毕业设计（论文）及其他实践环节等。

1.2.1 课程实验与实习

土木工程专业：包括大学物理实验、大学化学实验、材料力学实验、流体力学实验、土木工程材料实验、混凝土基本构件实验、土力学实验、土木工程测试技术、专业综合实验以及工程测量实习、工程地质实习等。

给水排水工程专业：包括大学物理实验、大学化学实验、水分析化学实验、水力学实验、水处理生物学实验、泵与泵站实验、水质工程学实验、以及工程测量实习等。

建筑环境与设备工程专业：包括大学物理实验、大学化学实验、流体力学实验、电工电子实验、热（力）学实验、专业综合实验以及工程测量与调试实习等。

1.2.2 专业实习

包括认识实习、生产实习、毕业实习等。

1.2.3 课程设计

土木工程专业：根据不同专业领域，土木工程专业课程设计包括钢筋混凝土设计、钢结构设计、单层工业厂房设计、桥梁工程设计、道路勘测设计、基础工程设计、基坑支护设计、轨道无缝线路设计以及工程施工组织设计等。

给水排水工程专业：包括泵站设计、给水管网设计、排水管网设计、给水处

理厂设计、污水处理厂设计、建筑给水排水设计等。

建筑环境与设备工程专业：包括暖通空调工程设计、供热工程设计、通风工程设计、制冷工程设计、燃气输配设计、燃气燃烧设备设计等。

1.2.4 毕业设计（论文）

学校需制定与毕业要求相适应的标准和检查保障机制，对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求，保证毕业设计（论文）选题的工作量和难度，有明确的应用背景，并给予学生有效指导。

1.2.5 其他实践环节

包括工程技能训练、科技方法训练、科技创新活动、公益劳动、社会实践等。各校可根据实际情况自行安排。

2. 师资队伍

2.1 专业背景

教师队伍整体结构合理，由本专业及相关学科背景的专任教师担任主要专业基础课和专业课的讲课任务，专任教师能够承担 80% 以上的主干专业课程讲课任务，专任教师人数 10 人以上，有学科带头人并形成学术梯队。

2.2 工程背景

专业教师具有一定的工程实践经验，有较为稳定的科研方向和相应的科研成果。

3. 专业条件

3.1 专业资料

学校图书馆及学院（系）资料室有与本专业有关的图书、期刊、工程建设法规文件、标准规范规程、标准图集以及其它相关图纸、资料、文件等，拥有本专业的电子资源、应用软件等各类资源。各类资源的利用率高，有完整的学生借阅、使用档案。

3.2 实验条件

实验仪器设备满足课程实验要求，并有足够多的台套数，保证每个学生都能动手操作。

3.3 实践基地

有相对稳定的专业实习基地。实习基地所能提供的实习内容覆盖面广，能满

足认识实习、生产实习和毕业实习的教学要求。