



中南林业科技大学
Central South University of Forestry and Technology

教学简报

TEACHING BULLETIN 2024年第27期



教务处(创新创业学院)编

教学简报

TEACHING BULLETIN

2024 年第 27 期(总第 175 期)

Vol. 5 No. 27 (WEEKLY)

主 办：教务处（创新创业学院）

封面摄影：宣传统战部供稿

编发日期：2024 年 9 月 23 日

工作动态

- 我校在 2024 年湖南省普通本科高校课程思政教学竞赛中喜获佳绩 1
- 学校召开工程教育专业认证工作专题报告会 3
- 我校召开 2024 年工程教育认证工作推进会 5
- 教务处（创新创业学院）微信公众号上线了 6
- 湖南农业大学教务处处长马先锋一行来校交流调研 11

学科竞赛

- 中南林业科技大学第五届大学生物理实验竞赛获奖名单公示 12
- 中南林业科技大学“湖南省大学生财务大数据应用能力竞赛”报名通知 ... 13
- 中南林业科技大学“科云杯”全国大学生财会职业能力大赛报名通知 15

通知公告

- 中南林业科技大学 2025 年获免试攻读硕士学位研究生推荐资格名单公告
..... 17
- 关于“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材拟推荐名单的公示 25
- 关于开展 2024 年省级教学改革研究项目年度检查工作的通知 27
- 关于征集新文科建设典型案例的通知 29

标准解读

工程教育认证通用标准解读及使用指南（2022版）	31
--------------------------	----

学习交流

人工智能时代的教育变革：超学科、重思维、智能化	81
-------------------------	----

工程思维能力的培养：内涵、逻辑与路径	88
--------------------	----

工作动态

我校在 2024 年湖南省普通本科高校课程思政教学竞赛中喜获佳绩

9 月 23 日，第四届湖南省普通本科高校课程思政教学竞赛决赛在湖南工程学院落下帷幕。我校土木工程学院李媛媛教师团队荣获一等奖、风景园林学院陈楚琳教师团队和经济学院李莹莹教师团队荣获二等奖，学校获“优秀组织奖”。



▲学校在 2024 年湖南省普通本科高校课程思政教学竞赛中喜获佳绩

本次比赛由湖南省教育厅主办，湖南省高等教育学会教学管理专业委员会和湖南工程学院承办。全省 52 所普通高校（含独立学院）共推荐 222 件参赛作品入围复赛。经专家评审，最终共有 90 个教学团队进入决赛。我校三位主讲教师凭借新颖的教学设计和教学方法巧妙地把课程思政融入课堂，将价值塑造、知识传授和能力培养融为一体，充分体现了对育人理念新的思考与实践，展示了我校教师的教学

水平和教师风采，获得了现场评委的高度肯定。

我校始终高度重视“课程思政”建设工作，教务处（创新创业学院）从今年 4 月份就启动了校赛的组织工作，多次邀请专家对全体参加省赛的教师进行授课内容组织、教学方法创新、教学案例设计、思政元素融入、教学语言和教态规范等方面全方位的指导，反复打磨参赛材料，开展了多轮线上、线下磨课实战演练，为选手备战省赛增添经验和信心。

学校将继续以课程思政教学竞赛为契机，发挥竞赛的示范引领作用，以赛促教，推进课堂教学改革，全面落实立德树人根本任务，提高人才培养质量。

学校召开工程教育专业认证工作专题报告会

9 月 23 日上午，学校在博文楼立德厅召开工程教育专业认证专题报告会。会议邀请了中国工程教育专业认证协会副监事长、中国工程教育专业认证协会结论审议委员会委员杨毅刚教授作题为《把握精髓 确保底线 抓住主线》的专题报告。学校党委委员、副校长尹健出席并主持会议。各学院院长、教学院长、专业负责人、系（教研室）主任、专业骨干教师等 200 余人参加报告会。



▲学校召开工程教育专业认证工作专题报告会

杨毅刚教授详细解读了工程专业认证的丰富内涵，系统讲述了专业认证的核心精髓、理念；如何避免触犯“底线”，什么是专业认证中的“底线”；详细解读了通用标准毕业要求与产品开发流程的关系；解答了通用标准毕业要求的结构及真实内涵；并就如何培养“解决复杂工程问题”的能力进行了具体指导；最后结合申请书及自评报告中容易出现的问题、常见的误区进行了详细阐述。

尹健总结时指出，杨教授的报告高屋建瓴，具有很强的实操性、指导性、精确性和实效性，同时，他提出了五点要求：一是各部门、相关二级学院要吃透“工程专业认证”的基本要求、内涵和核心要义，对照指标逐一落实到位；二是做好“工程专业认证”的实施方案及相关工作预案，稳步推进；三是要强化主体责任，狠抓责任落实并强化责任追究；四是相关职能部门要强化保障机制；五是务必取得实效。各部门、单位要以钉钉子精神务必抓实“工程专业认证”工作的落实落地，确保取得成效。

我校召开 2024 年工程教育认证工作推进会

为进一步做好工程教育专业认证工作，持续提高我校人才培养质量，9 月 20 日上午，我校在崇德楼会议室召开 2024 年工程教育专业认证工作推进会。会议由党委委员、副校长尹健主持，教务处（创新创业学院）、国有资产管理处、图书馆、实验教学与管理中心负责人、各专业所在学院教学院长参加了会议。



会上，土木工程、生物工程、材料化学、高分子材料与工程、机械设计制造及其自动化、城乡规划、食品质量与安全、化学工程与工艺等 21 个专业分别汇报了认证工作进展情况、存在的困难与问题、下一步工作计划等。与会人员围绕认证推进工作展开了深入的探讨和交流，进一步明确了下一阶段的工作重点和方向。

尹健副校长肯定了各学院工程教育专业认证工作所取得的阶段性成效，并对下一步工作提出四点要求：一是高度重视，吃透工程认证要求；二是做好实施方案、工作方案；三是抓好责任落实，学院教师要做到全面参与、全员参与；四是强抓督促落实，定期召开工作推进会，争取在工程教育专业认证工作上取得新突破。

教务处（创新创业学院）微信公众号上线了



中央民族大学
教务处(创新创业学院)

求是求新
树木树人

扫码关注我们

The graphic features a QR code on the left with the university's logo in the center. To the right, the university's name and the department's name are displayed. Below this, the university's motto is written in large, bold Chinese characters. The background shows a wide view of the university's modern campus buildings under a clear sky.



A B C

同学你好
这里是教务处
(创新创业学院)

The graphic is a colorful, stylized illustration. At the top, the letters 'A', 'B', and 'C' are written in large, colorful fonts. Below them, the text '同学你好 这里是教务处 (创新创业学院)' is written in a clean, blue font. The background is light blue with a white paper-like texture. Various educational icons are scattered around, including a paper airplane, a paperclip, musical notes, a star, an alarm clock, a red triangle ruler, and a pencil. The overall design is bright and welcoming.

亲爱的 2024 级新生：

祝贺你们成为中南林业科技大学的新成员！秋风送爽、黄叶铺径，很开心能与你们相遇在金秋。为了使同学们更加了解和熟悉学校的工作安排和规章制度，同时更好地服务同学们，让我们一起走进教务处（创新创业学院）吧！

【基本介绍】



教务处（创新创业学院）是在学校的统一领导下，主管学校本科教学工作和实施教学管理的职能部门，主要负责学校本科教学规划建设、教育教学改革、教学运行管理、创新创业教育等工作，现有 10 个科室。



【平台介绍】



教务处（创新创业学院）是发布教务管理通知公告的重要平台。请关注以下网络平台以确保能及时获取学校的最新通知。

1 官网



教务处（创新创业学院）官网：

<https://jwc.csuft.edu.cn>

教务管理系统：

<http://jwgl.webvpn.csuft.edu.cn>

教务处（创新创业学院）官网是学生在校期间需要经常访问的重要网站之一。“办事指南”“规章制度”“通知公告”“动态新闻”“创新实践”等栏目的重要信息都会在此发布。

2 官方公众号

教务处（创新创业学院）公众号是与官网同步的教务信息发布平台，能让同学们能够更加便利地收到教务信息。



中南林业科技大学教务处

这里将是你学习路上的贴心小助手，更是你获得学校最新教学咨询...

公众号

【办公地点和办公电话】

综合科

办公地点：崇德楼508

办公电话：85623152

学籍科

办公地点：崇德楼503

办公电话：85623134

教务科



办公地点：崇德楼505

办公电话：85623170

办公电话：85623127

考务科



办公地点：崇德楼516

办公电话：85620801

办公电话：85623193

教学技术科



办公地点：崇德楼505

办公电话：85623517

教学改革管理科



办公地点：崇德楼505

办公电话：85623517

继续教育管理科



办公地点：崇德楼505

办公电话：85623127

创新与实践教育科



办公地点：崇德楼503

办公电话：85623137

质量监控与评估科



办公地点：崇德楼 503

办公电话：85623094

教材建设管理科



办公地点：崇德楼 508

办公电话：85620857



新学期、新挑战、新希望，愿同学们能够以梦为马、不负韶华。教务处（创新创业学院）将和你们一同体会大学生活的缤纷多彩。教务处（创新创业学院）随时欢迎同学们前来咨询在学业上遇到的任何问题，我们将竭诚为你解答疑惑！



湖南农业大学教务处处长马先锋一行来校交流调研

9 月 19 日下午，湖南农业大学教务处处长马先锋一行 8 人来校交流调研。



此次交流调研旨在分享经验、探讨问题，共同寻找提升本科教育教学质量的有效途径。会上，双方就本科教育教学审核评估的工作方案、报告撰写、自评自建等方面进行了细致交流，并就专业工程教育认证工作开展进行了深入讨论。会后，马先锋一行还实地走访了商学院和教学楼，就学院教育教学审核评估实况和学校教学资源建设做了进一步的深入调研。

此次交流调研不仅加强了两校之间的联系，也为双方在教育教学改革和质量提升方面提供了宝贵的经验与启示。

学科竞赛

中南林业科技大学第五届大学生物理实验竞赛获奖名单公示

由教务处（创新创业学院）主办、电子信息与物理学院承办的中南林业科技大学第五届大学生物理实验竞赛于近日落下帷幕。全校共有来自各专业 58 名同学组成的 17 支队伍报名参赛。

经专家评审，共评出一等奖 2 项，二等奖 3 项，三等奖 3 项。现将获奖名单公示如下，公示期为 2024 年 9 月 20 日-9 月 24 日。对公示结果如有异议，请在公示期内向电子信息与物理学院或教务处（创新创业学院）反映。

表 1 获奖名单

序号	参赛队员姓名及学号	分数	获奖等级
1	任 熙 20225366 杨新宇 20225395 陈 捷 20225351	88.7	一等奖
2	徐 锐 20221398 秦思为 20221389 黄羨安 20221378 张沐阳 20221503	88.4	一等奖
3	曾 虎 20225402 王 娟 20235094	88.2	二等奖
4	段 显 20225428 罗茗峰 20225415 刘 佳 20235382 黄志越 20235326	87.1	二等奖
5	宋伟华 20225386 杜天赐 20225354 廖 雅 20225380 唐嘉伟 20225387	86.2	二等奖
6	胡 勇 20225376 艾怡蓉 20225400 牛梦梦 20225416	85	三等奖
7	彭依铃 20225384 伍卓识 20225391 贺婷玉 20235376	82.6	三等奖
8	郭俊武 20235371 史俊鑫 20235391 袁 野 20235403	70.4	三等奖

教务处（创新创业学院）

电子信息与物理学院

2024 年 9 月 20 日

中南林业科技大学“湖南省大学生财务大数据应用能力竞赛”报名通知

为进一步深化产教融合、校企合作，推动财会专业及相关专业人才培养模式创新，提高人才培养质量，依据省教育厅《关于组织举办 2024 年全省普通高校大学生学科竞赛的通知》精神及“湖南省大学生财务大数据应用能力竞赛”组委会会议决议，拟定于 2024 年 9 月 25 日~10 月 15 日举办 2024 年中南林业科技大学“湖南省大学生财务大数据应用能力竞赛”。现将有关事宜通知如下：

一、竞赛主题

本届竞赛的主题是在数字化时代，以“业态融合、数据治理应用”科技引领创新驱动应用型学科交叉融合、培养适应并服务现代产业体系建设的复合型高层次创新人才为目标。基于数字化财务数据治理为主线，利用新一代数字技术、大数据技术，构建业财融合应用场景，培养学生基于场景掌握业务分析、决策与数据治理的能力。

二、竞赛组织

主办单位：教务处（创新创业学院）

承办单位：商学院

三、竞赛说明

参赛对象：中南林业科技大学全日制本科在校学生。

组队要求：每组 4 名队员，每人只能参加一组，每组一名队长，可以跨院系组队。队员的身份信息的真实性由队长负责。提倡合理分工，优势互补。

竞赛方式：参赛选手将通过指定的云平台采集企业业务、财务等数据，并运用大数据工具进行数据清洗、整合和场景化应用，完成企业经营知识图谱的构建。

竞赛时长：总时长为 180 分钟，具体赛项包括大数据分析与应用，其中大数据

分析时长为 60 分钟。

评分机制：竞赛全程由竞赛平台自动评分，成绩由组委会裁判组最终审核确定。

四、竞赛安排

报名时间：2024 年 9 月 20 日-25 日

报名方式：有意参赛的同学务必进 QQ 群：927081857。

校赛形式：参赛选手通过互联网登录竞赛平台，在规定时间内完成比赛内容，最终选拔队伍参加资格赛。

校赛负责人：周老师（手机：15873173059；QQ：644239514）。

五、奖项设置

校赛奖项分一、二、三等奖共三个等级，原则上一等奖不超过参赛队数的 10%（排名次），二等奖不超过参赛队数的 20%，三等奖不超过参赛队数的 30%。学校将为获奖团队颁发获奖证书。

欢迎广大同学积极参与！

教务处（创新创业学院）

商学院

2024 年 9 月 20 日

中南林业科技大学“科云杯”全国大学生财会职业能力大赛报名通知

为深入贯彻党的二十大精神，落实坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚持为党育人、为国育才的宗旨。顺应数字时代发展，面向企业、财税专业服务机构的财税会计基础工作岗位群、财税会计核心工作岗位群与财税管理工作岗位群，对接企业业财税融合及智能财务应用工作，匹配企业业财税融合下的智能财务工作岗位要求，考察数字化时代财会人员业财税信息处理技能、智能化财务应用技能两个方面的工作。依据省教育厅《关于组织举办 2024 年全省普通高校大学生学科竞赛的通知》精神，拟定于 2024 年 9 月 25 日~10 月 15 日举办 2024 年中南林业科技大学“科云杯”全国大学生财会职业能力大赛。现将有关事宜通知如下：

一、竞赛组织

主办单位：教务处（创新创业学院）

承办单位：商学院

二、竞赛说明

参赛对象：中南林业科技大学全日制本科在校学生。

组队要求：每组 4 名队员，每人只能参加一组，每组一名队长，可以跨院系组队。队员的身份信息的真实性由队长负责。提倡合理分工，优势互补。

竞赛方式：赛项包括业财税信息处理技能竞赛环节和智能化财务应用技能竞赛环节。

(1) 业财税信息处理技能竞赛环节，每支队伍 4 名参赛选手可以根据实际情况分别选择担任会计主管、出纳、总账会计、成本会计 4 个财务岗位，并根据比赛要求协作完成相应的业务处理。

(2) 智能化财务应用技能竞赛环节，每支队伍 4 名参赛选手根据竞赛要求各自分别完成所有的业务处理

竞赛时长：竞赛总时长为 300 分钟，分为上下半场，上半场业财税信息处理技能竞赛环节为 180 分钟，下半场智能化财务应用技能竞赛环节为 120 分钟。

三、竞赛安排

报名时间：2024 年 9 月 20 日—25 日

报名方式：有意参赛的同学务必进 QQ 群：927081857。

校赛形式：参赛选手通过互联网登录竞赛平台，在规定时间内完成比赛内容，最终选拔队伍参加资格赛。

校赛负责人：周老师（手机：15873173059；QQ：644239514）。

四、奖项设置

校赛奖项分一、二、三等奖共三个等级，原则上一等奖不超过参赛队数的 10%（排名次），二等奖不超过参赛队数的 20%，三等奖不超过参赛队数的 30%。学校将为获奖团队颁发获奖证书。

欢迎广大同学积极参与！

教务处（创新创业学院）

商学院

2024 年 9 月 20 日

通知公告

中南林业科技大学 2025 年获免试攻读硕士学位研究生推荐资格名单公告

经学生本人申请、学院审核、学校复核、公示，推免生遴选工作领导小组审定，周宏亮、陈南炜等 290 名学生获得我校 2025 年免试攻读硕士学位研究生推荐资格(见附件)，现予以公告。

附件：2025 年获免试攻读硕士学位研究生推荐资格名单

推免生遴选工作领导小组办公室

2024 年 9 月 24 日

附件：2025 年获免试攻读硕士学位研究生推荐资格名单

序号	学号	姓名	性别	学院	专业（方向）名称
1	20212695	周宏亮	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术
2	20210764	周钰龙	男	材料科学与工程学院	材料化学
3	20211716	万帅	男	机械与智能制造学院	能源与动力工程
4	20212910	李锦阳	男	电子信息与物理学院	自动化
5	20212894	戴维司	男	电子信息与物理学院	自动化
6	20211685	杨万宏	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术
7	20214438	柴晨曦	男	商学院	国际商务
8	20216175	朱文珂	女	班戈学院	金融学
9	20210588	曾珍	女	生命与环境科学学院	生态学
10	20206134	邹柠灿	男	生命与环境科学学院	生态学
11	20212551	刘佳豪	男	电子信息与物理学院	通信工程
12	20212553	刘锦涛	男	电子信息与物理学院	通信工程
13	20214606	伍彩	女	商学院	市场营销
14	20213243	陈子睿	男	土木工程学院	土木工程专业
15	20212864	李睿	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术
16	20215143	龙可昕	女	林学院、水土保持学院	林学
17	20215154	徐嘉欣	女	计算机与数学学院	计算机科学与技术
18	20216174	周志屹	男	班戈学院	金融学
19	20214552	胡健	男	商学院	市场营销
20	20211478	方航	男	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
21	20210212	陈南炜	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
22	20210030	赵芷萱	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
23	20210041	范晶晶	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
24	20210185	侯丽奇	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
25	20210231	唐凌怡	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
26	20210196	汤甜甜	女	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
27	20210049	刘航	男	林学院、水土保持学院	林学（陶铸实验班）
28	20200176	向美珍	女	林学院、水土保持学院	林学
29	20210130	彭芳宇	女	林学院、水土保持学院	林学
30	20210093	彭心怡	女	林学院、水土保持学院	林学
31	20210216	解婧	女	林学院、水土保持学院	林学
32	20210173	张芊	女	林学院、水土保持学院	林学
33	20210138	张思桥	女	林学院、水土保持学院	林学
34	20210116	何乐怡	女	林学院、水土保持学院	经济林
35	20210188	李奕周	女	林学院、水土保持学院	经济林
36	20210071	资雨婷	女	林学院、水土保持学院	经济林
37	20210154	李俊俊	男	林学院、水土保持学院	经济林
38	20210164	谭兵	男	林学院、水土保持学院	经济林
39	20210161	庞杰	男	林学院、水土保持学院	森林保护
40	20210162	彭安浪	男	林学院、水土保持学院	森林保护

41	20210143	曾鸿智	男	林学院、水土保持学院	森林保护
42	20210273	沈先菲	女	林学院、水土保持学院	水土保持与荒漠化防治
43	20210266	吕佳泽	女	林学院、水土保持学院	水土保持与荒漠化防治
44	20210269	欧方芳	女	林学院、水土保持学院	水土保持与荒漠化防治
45	20210574	王思梦	女	生命与环境科学学院	生态学
46	20210587	曾艳	女	生命与环境科学学院	生态学
47	20210683	余坤蔚	女	生命与环境科学学院	生态学
48	20210712	汤奕哲	女	生命与环境科学学院	生态学
49	20210659	邓玉惠	女	生命与环境科学学院	生态学
50	20210660	邸佳鑫	女	生命与环境科学学院	生态学
51	20210405	蔡俊美	女	生命与环境科学学院	生物工程
52	20210421	汤翕婷	女	生命与环境科学学院	生物工程
53	20210428	吴宇情	女	生命与环境科学学院	生物工程
54	20210408	陈可	女	生命与环境科学学院	生物工程
55	20210490	林媛媛	女	生命与环境科学学院	生物技术
56	20210618	郑珏瑀	女	生命与环境科学学院	生物技术
57	20210479	戴雅妮	女	生命与环境科学学院	生物技术
58	20210651	熊寅	女	生命与环境科学学院	生物技术
59	20210592	甘梦茜	女	生命与环境科学学院	生物技术
60	20210529	刘嘉怡	女	生命与环境科学学院	生物科学
61	20210694	龚婧仪	女	生命与环境科学学院	生物科学
62	20210620	朱水轩	女	生命与环境科学学院	生物科学
63	20213878	胡思萌	女	生命与环境科学学院	环境科学
64	20213788	伍青羽	女	生命与环境科学学院	环境科学
65	20213855	唐上茹	女	生命与环境科学学院	环境科学
66	20213896	熊原悠	女	生命与环境科学学院	环境工程
67	20213880	兰嘉新	男	生命与环境科学学院	环境工程
68	20213941	黄嘉怡	女	生命与环境科学学院	环境工程
69	20213959	谢雨彤	女	生命与环境科学学院	环境生态工程
70	20213795	杨铖	男	生命与环境科学学院	环境生态工程
71	20213825	王婷婷	女	生命与环境科学学院	环境生态工程
72	20210738	蒋在鸣	男	材料科学与工程学院	材料化学
73	20211173	高振宇	男	材料科学与工程学院	材料化学
74	20210765	艾旭蓓	女	材料科学与工程学院	材料化学
75	20210808	胡乾	男	材料科学与工程学院	材料科学与工程
76	20210778	雷毓璋	女	材料科学与工程学院	材料科学与工程
77	20210836	周云舒	男	材料科学与工程学院	材料科学与工程
78	20210819	潘锦	男	材料科学与工程学院	高分子材料与工程
79	20210806	韩瑞恒	男	材料科学与工程学院	高分子材料与工程
80	20210835	赵泰然	男	材料科学与工程学院	高分子材料与工程
81	20211096	陈婷	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程
82	20211071	阮久辑	男	材料科学与工程学院	木材科学与工程
83	20211083	杨嘉丽	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程

84	20211042	王冠宇	男	材料科学与工程学院	木材科学与工程
85	20211022	曹文哲	男	材料科学与工程学院	木材科学与工程
86	20211118	谭可	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程
87	20211119	唐伶俐	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程
88	20211033	刘泉君	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程
89	20211162	杨锦可	女	材料科学与工程学院	木材科学与工程
90	20201118	吴子豪	男	机械与智能制造学院	材料成型及控制工程
91	20211386	沈逸洁	女	机械与智能制造学院	车辆工程
92	20211240	胡翔龙	男	机械与智能制造学院	车辆工程
93	20211445	李凌云	男	机械与智能制造学院	车辆工程
94	20211489	潘俊荣	男	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
95	20211305	曾靖东	男	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
96	20211393	谢国桓	男	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
97	20211290	吴湘博	男	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
98	20211547	邓婷	女	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
99	20211383	马正丽	女	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
100	20211398	张俐	女	机械与智能制造学院	机械设计制造及其自动化
101	20211626	苏怡心	女	机械与智能制造学院	能源与动力工程
102	20211623	钱佳丽	女	机械与智能制造学院	能源与动力工程
103	20211714	舒梦婷	女	机械与智能制造学院	能源与动力工程
104	20211186	宋博璇	女	机械与智能制造学院	森林工程
105	20211169	曹柳	女	机械与智能制造学院	森林工程
106	20211617	凌香香	女	机械与智能制造学院	新能源科学与工程
107	20211761	赵璐妍	女	物流学院	供应链管理
108	20211848	覃岚琳	女	物流学院	物流工程
109	20211868	郑聪琛	男	物流学院	物流工程
110	20211821	陈柳诗	女	物流学院	物流工程
111	20211789	刘婷	女	物流学院	物流工程
112	20211817	祝灵煊	女	物流学院	物流工程
113	20211922	周容	女	物流学院	物流管理
114	20211923	周欣然	女	物流学院	物流管理
115	20211882	付佳	女	物流学院	物流管理
116	20211934	何静薇	女	物流学院	物流管理
117	20211940	黄洁茹	女	物流学院	物流管理
118	20200786	梁旭菁	女	风景园林学院	风景园林
119	20212007	吴思琪	女	风景园林学院	风景园林
120	20212011	徐雅菲	女	风景园林学院	风景园林
121	20212017	周唯	女	风景园林学院	风景园林
122	20212159	张芯雅	女	风景园林学院	园林
123	20212137	李婧琦	女	风景园林学院	园林
124	20212151	王淋	女	风景园林学院	园林
125	20212153	吴锦泉	男	风景园林学院	园林
126	20212155	徐中韩	女	风景园林学院	园林

127	20210354	刘祥薇	女	风景园林学院	园艺
128	20210395	谈梦琪	女	风景园林学院	园艺
129	20210375	曾昭阳	女	风景园林学院	园艺
130	20201889	刘思宇	男	风景园林学院	建筑学
131	20193150	洪晔	女	风景园林学院	建筑学
132	20201942	朱敏	女	风景园林学院	建筑学
133	20201972	周欣瑶	女	风景园林学院	城乡规划
134	20201958	屈亦茗	女	风景园林学院	城乡规划
135	20212189	徐雨涵	女	家居与艺术设计学院	产品设计（家具方向）
136	20212213	孟雅楠	女	家居与艺术设计学院	产品设计（家具方向）
137	20212185	孙天贝	女	家居与艺术设计学院	产品设计（家具方向）
138	20212223	徐菱聪	男	家居与艺术设计学院	产品设计（配饰方向）
139	20212179	陆敏芝	女	家居与艺术设计学院	产品设计（配饰方向）
140	20200482	张瑾	女	家居与艺术设计学院	工业设计
141	20212308	肖小雨	女	家居与艺术设计学院	工业设计
142	20212270	蒋佳程	男	家居与艺术设计学院	工业设计
143	20212272	廖婉伶	女	家居与艺术设计学院	工业设计
144	20212364	胡宸雪	女	家居与艺术设计学院	环境设计
145	20212372	刘轩	女	家居与艺术设计学院	环境设计
146	20212356	白羽	女	家居与艺术设计学院	环境设计
147	20212379	滕慧	女	家居与艺术设计学院	环境设计
148	20212474	肖扬	女	家居与艺术设计学院	家具设计与工程
149	20212429	黄顺德	男	家居与艺术设计学院	家具设计与工程
150	20212484	曹然	女	家居与艺术设计学院	视觉传达设计
151	20212487	侯玲玲	女	家居与艺术设计学院	视觉传达设计
152	20213452	郑欣春	男	土木工程学院	土木工程（建筑工程）
153	20213521	易驰	男	土木工程学院	土木工程（建筑工程）
154	20213425	陈亦弘	男	土木工程学院	土木工程（建筑工程）
155	20213379	赵杨智	男	土木工程学院	土木工程（建筑工程）
156	20213397	黄博雅	男	土木工程学院	土木工程（道路与桥梁工程）
157	20213488	尤红娅	女	土木工程学院	土木工程（道路与桥梁工程）
158	20213482	谢平	女	土木工程学院	土木工程（道路与桥梁工程）
159	20213410	汤江盈	女	土木工程学院	土木工程（道路与桥梁工程）
160	20213179	段珂	男	土木工程学院	城市地下空间工程
161	20213180	金仕林	男	土木工程学院	城市地下空间工程
162	20213076	李静卓	女	土木工程学院	工程管理
163	20213102	张艳香	女	土木工程学院	工程管理
164	20213105	高昊	男	土木工程学院	工程力学
165	20213271	肖佳欢	女	土木工程学院	建筑环境与能源应用工程
166	20213728	张清雅	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程
167	20213557	张慧玲	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程
168	20213648	王郑红	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程
169	20213566	贺雨芯	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程

170	20213716	李润雅	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程
171	20213699	陈思彤	女	食品科学与工程学院	食品科学与工程
172	20213529	陈海欣	男	食品科学与工程学院	食品质量与安全
173	20213640	廖述财	男	食品科学与工程学院	食品质量与安全
174	20213567	黄天钰	女	食品科学与工程学院	食品质量与安全
175	20213586	王思佳	女	食品科学与工程学院	食品质量与安全
176	20213572	李东	男	食品科学与工程学院	粮食工程
177	20213614	刘文欣	女	食品科学与工程学院	粮食工程
178	20213584	唐艺飞	男	食品科学与工程学院	粮食工程
179	20210910	曾玲	女	化学与化工学院	化学工程与工艺
180	20210976	易欣柔	女	化学与化工学院	化学工程与工艺
181	20210979	陈荣康	女	化学与化工学院	林产化工
182	20211009	熊清芳	女	化学与化工学院	林产化工
183	20211018	郑文希	女	化学与化工学院	林产化工
184	20211014	张思逸	男	化学与化工学院	林产化工
185	20212588	李啸天	男	电子信息与物理学院	电子信息工程
186	20212576	卜骏凡	男	电子信息与物理学院	电子信息工程
187	20211609	郭睿添	男	电子信息与物理学院	电子信息工程
188	20212649	姚二博	男	电子信息与物理学院	通信工程
189	20212582	方珂	女	电子信息与物理学院	通信工程
190	20214192	石莹	女	电子信息与物理学院	应用物理学
191	20214236	孙丽	女	电子信息与物理学院	应用物理学
192	20214196	王若圳	男	电子信息与物理学院	应用物理学
193	20212981	许凯	男	电子信息与物理学院	自动化
194	20212927	万里	男	电子信息与物理学院	自动化
195	20212980	徐佳希	男	电子信息与物理学院	自动化
196	20212763	巫美云	女	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向1)
197	20212692	杨振林	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向2)
198	20214095	谭苗子	女	计算机与数学学院	信息与计算科学
199	20214154	肖明浩	男	计算机与数学学院	软件工程
200	20211595	曲柱邦	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向1)
201	20212742	傅佳燕	女	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向1)
202	20212681	田檬	女	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向1)
203	20212706	霍涛	男	计算机与数学学院	计算机科学与技术(方向2)
204	20214071	凡海涛	男	计算机与数学学院	信息与计算科学
205	20214103	闫佳劼	女	计算机与数学学院	信息与计算科学
206	20210658	邓巧梅	女	计算机与数学学院	软件工程
207	20212858	洪晴	女	计算机与数学学院	软件工程
208	20212780	高杰	男	计算机与数学学院	软件工程
209	20213015	邱全坤	男	前沿交叉学科学院	测绘工程
210	20212999	陈家满	女	前沿交叉学科学院	测绘工程
211	20214005	肖艳艳	女	前沿交叉学科学院	地理信息科学
212	20214018	陈伟燕	女	前沿交叉学科学院	地理信息科学

213	20213970	曾丹奕	女	前沿交叉学科学院	地理信息科学
214	20214403	董淼	女	商学院	国际商务
215	20214465	杨烙	女	商学院	国际商务
216	20214568	王雨欣	女	商学院	会计学
217	20214277	梁旭文	女	商学院	会计学
218	20214473	仓士权	男	商学院	会计学
219	20214701	刘欣怡	女	商学院	会计学 (ACCA)
220	20214724	杨子垚	男	商学院	会计学 (ACCA)
221	20214696	黄祖祎	女	商学院	会计学 (ACCA)
222	20214677	薛媛	女	商学院	农林经济管理
223	20214425	吴乐文	女	商学院	农林经济管理
224	20214343	李敏	女	商学院	农林经济管理
225	20214551	杜学婷	女	商学院	人力资源管理
226	20214592	刘霁莹	女	商学院	人力资源管理
227	20214535	伍雪	女	商学院	市场营销
228	20214448	柯金希	女	商学院	市场营销
229	20214469	杨雨莹	女	商学院	市场营销
230	20214301	冯为之	女	商学院	市场营销
231	20214378	刘雅芝	女	商学院	市场营销
232	20214658	李静雯	女	商学院	农林经济管理
233	20214989	刘梦瑶	女	经济学院	金融学
234	20214900	曹辉艳	女	经济学院	金融学
235	20214915	宁静	女	经济学院	金融学
236	20215042	邱敏霞	女	经济学院	金融学
237	20214960	汪子钰	女	经济学院	金融学
238	20214824	杜婉峥	女	经济学院	金融学 (CFA)
239	20214857	杨柳新	女	经济学院	金融学 (CFA)
240	20215138	廖芝妮	女	经济学院	保险学
241	20214943	邓晓莹	女	经济学院	保险学
242	20215026	黎湘	女	经济学院	国际经济与贸易
243	20214965	夏宛婷	女	经济学院	国际经济与贸易
244	20214929	俞昊钰	女	经济学院	国际经济与贸易
245	20215252	孟菁悦	女	外国语学院	朝鲜语
246	20215281	胡蕊	女	外国语学院	俄语
247	20215743	杨牧娴	女	外国语学院	法语
248	20215365	胡群琳	女	外国语学院	日语
249	20215355	吴昀嵘	女	外国语学院	日语
250	20215472	骆颖	女	外国语学院	翻译
251	20215469	刘书宁	女	外国语学院	翻译
252	20215467	梁茵岚	女	外国语学院	翻译
253	20215448	尹阳阳	女	外国语学院	翻译
254	20215456	朱思宇	女	外国语学院	英语
255	20215378	王雅楠	女	外国语学院	英语

256	20215407	苏妍	女	外国语学院	英语
257	20215394	丁潇华	女	外国语学院	英语
258	20215517	吴邦	女	国家公园与旅游学院	旅游管理（生态旅游方向）
259	20215718	赵珂欣	女	国家公园与旅游学院	旅游管理（生态旅游方向）
260	20215661	李美静	女	国家公园与旅游学院	旅游管理（生态旅游方向）
261	20215585	赵凤影	女	国家公园与旅游学院	旅游管理（智慧旅游方向）
262	20215675	屈顺	女	国家公园与旅游学院	旅游管理（智慧旅游方向）
263	20215513	王梦茜	女	国家公园与旅游学院	会展经济与管理
264	20215724	胡静月	女	国家公园与旅游学院	会展经济与管理
265	20215608	王夏琳	女	国家公园与旅游学院	酒店管理
266	20215710	王艺臻	女	国家公园与旅游学院	酒店管理
267	20210297	李艳雪	女	国家公园与旅游学院	土地资源管理
268	20210296	李敏硕	女	国家公园与旅游学院	土地资源管理
269	20210335	吴若兰	女	国家公园与旅游学院	土地资源管理
270	20210302	吕慧	女	国家公园与旅游学院	土地资源管理
271	20215069	林恒妃	女	法学院	法学
272	20214327	钟好	女	法学院	法学
273	20215824	赵蒙纳	女	法学院	法学
274	20215819	杨婷瑞	女	法学院	法学
275	20215825	邹丽君	女	法学院	法学
276	20215878	徐思洁	女	法学院	行政管理
277	20216017	罗勇	男	体育与音乐学院	社会体育指导与管理
278	20216013	林嘉旭	男	体育与音乐学院	社会体育指导与管理
279	20215923	顾佳慧	女	体育与音乐学院	音乐表演
280	20215968	肖棣芹	女	体育与音乐学院	音乐表演
281	20215897	刘玉琪	女	体育与音乐学院	舞蹈学
282	20215899	彭蕾	女	体育与音乐学院	舞蹈学
283	20215950	姜慧敏	女	体育与音乐学院	音乐表演
284	20216073	何熙	男	班戈学院	电子信息工程
285	20216221	吴启潇	男	班戈学院	林学
286	20216193	唐梓宸	男	班戈学院	金融学
287	20216145	钟志鹏	男	班戈学院	会计学
288	20216059	余亿	男	班戈学院	电子信息工程
289	20216199	姚欣邑	女	班戈学院	金融学
290	20216112	唐新睿	女	班戈学院	会计学

关于“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材拟推荐名单的公示

根据《转发教育部办公厅关于开展“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材第一次推荐遴选工作的通知》，经学校申报，我厅组织专家评审，拟推荐 79 项申报“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材(含 5 项经中央有关部门审定的教材、“四新”重点建设教材)，现将名单予以公示。公示时间为 2024 年 9 月 23 日至 2024 年 9 月 27 日。

公示期内，如有异议，可通过来信、来电、来访等形式向我厅反映。以个人名义反映的应签署本人真实姓名并提供联系方式，以单位名义反映的应加盖本单位印章。反映公示对象的情况和问题，应坚持实事求是的原则，不得借机诽谤和诬告。我们将对有关问题进行调查核实，并为反映人和反映单位保密。

异议受理处室：省教育厅高等教育处，联系人：刘彦辰、杨千雪，联系电话：0731-84764849，通讯地址：长沙市芙蓉区东二环 2 段 238 号湖南省教育厅高教处。

附件：“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材拟推荐名单

湖南省教育厅

2024 年 9 月 23 日

(附件见公示原文)

附件：“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材拟推荐名单（中南林业科技大学）

序号	申报编号	申报教材名称	国际标准书号	教材所属专业类	第一主编/作者	其他编写人员	出版单位
1	2024082 94565	环境会计	97875218 26425	1202/工商管理	张亚连	刘承智、颜剩勇、周慧滨、宋璇、覃盛华	经济科学出版社
2	2024090 66878	国际物流概论(第2版)	97875103 52225	1206/物流管理与工程	庞燕	王忠伟、胡倩、黄音、张畅	中国商务出版社
3	2024082 98186	通风工程第2版	97871115 88573	0810/土木	王汉青	姬长发、李向阳、刘荣华、王洪义、李小花、付峥嵘	机械工业出版社
4	2024082 96976	土木工程材料	97871131 88658	0810/土木	尹健	许福、方列兵、吴昊、田冬梅、熊曜、张新胜、池漪	中国铁道出版社
5	2024090 41807	家具结构技术	97871116 45221	0802/机械	张仲凤	张继娟	机械工业出版社
6	2024082 98592	机械工程实训(第二版)	97870306 42530	0802/机械	廖凯	邱显焱、张宇、赵青、张灵、周静	中国科技出版传媒股份有限公司
7	2024090 25315	经济林栽培学	97875038 98938	0905/林学	谭晓风	石卓功、彭方仁、李建安、李新岗、王森、苏淑钗、袁军、奚如春	中国林业出版社

关于开展 2024 年省级教学改革研究项目年度检查工作的通知

各有关学院、部门：

根据湖南省教育厅《湖南省普通高等学校教学改革研究项目管理办法》（湘教发〔2021〕23 号）文件要求，经学校研究决定，开展 2024 年省级教学改革研究项目年度检查工作，现将有关事项通知如下：

一、年度检查对象

2020-2023 年立项，尚未结题的省级教学改革研究项目，具体见《年度检查项目明细表》（附件 1）。

二、年度检查流程

1. 各学院、部门督促项目主持人做好年度检查工作。
2. 项目主持人对立项以来的研究进展情况、阶段性成果、经费使用情况等予以总结，提交《年度检查情况表》（附件 2）及附件佐证材料电子档至所在学院。
3. 各学院、部门对项目材料进行初审、汇总，请于 9 月 29 日 17:00 前以学院为单位报送附件 2 汇总表（纸质盖章版一份及电子档）及附件佐证材料（电子档）至教务处教学改革管理科（41493798@qq.com）。不接受项目主持人个人报送，逾期不予受理。
4. 教务处（创新创业学院）组织专家依据项目材料和项目管理办法进行检查。

三、有关说明

1. 对于没有进行实质性研究的项目、无故不接受年度检查的项目，作不合格处理，并停止经费使用。
2. 各学院、部门要进一步加强对项目研究和实施的指导与管理，督促项目主持人按期报送年度检查材料，无故不接受年度检查的请在汇总表上注明。

3. 联系人：陈华、郭徽，电话：85623517，电子邮箱：41493798@qq.com。

附件：1. 年度检查项目明细表

2. 年度检查情况表

教务处（创新创业学院）

2024 年 9 月 20 日

（附件见通知原文）

关于征集新文科建设典型案例的通知

各有关学院、单位：

自新文科提出以来，我校积极开展新文科理论研究与实践探索，成效显著，涌现出了一批新文科建设优秀典型案例。根据全国新文科教育研究中心《关于征集新文科建设典型案例的通知》要求，为充分发挥典型案例的示范引领作用，推动全国新文科建设走深走实，全国新文科教育研究中心现面向全国各地各高校征集新文科建设典型案例，现将有关要求通知如下：

一、案例内容

在新文科专业建设、课程改革、教材建设、模式创新、产教融合、科教融汇、实践教学改革、教育数字化建设、师资队伍建设等方面的创新举措与建设成效。

二、案例要求

参照教育部简报撰写：http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/s3165/。案例要求内容真实、主题突出、层次分明，注重经验总结，具有可示范可推广价值。字数要求 3500 字左右。案例可提供相关图片、视频作为支撑材料，图片应为原图，分辨率尽量在 150dpi 以上。

三、报送方式

请有关学院、单位紧密围绕新文科建设的创新举措与成效，结合本科教学改革与成果培育的目标与特色，统筹组织有关教学改革项目负责人、专业负责人、课程负责人、基层教学组织负责人、广大教师等，认真研讨、总结、凝练好的经验与做法，积极申报（案例数量不限）。并于 2024 年 10 月 14 日前，将案例相关材料按照“单位名称+案例名称+申报者姓名”命名，汇总打包发送至教务处（创新创业学院）

教学改革管理科邮箱：41493798@qq.com。

教务处（创新创业学院）将根据申报情况，适时邀请有关专家，组织开展研讨、论证、修改、打磨，择优向全国新文科教育研究中心报送。全国新文科教育研究中心将择优通过公众号、官方网站等平台进行宣传推广，并收录至《新文科建设年度发展报告 2024》。

其他未尽事宜，请与教学改革管理科联系。联系人：陈华，郭徽，联系电话：0731-85623517。

教务处（创新创业学院）

2024 年 9 月 23 日

标准解读

工程教育认证通用标准解读及使用指南（2022 版）

为做好工程教育认证工作，中国工程教育专业认证协会（以下简称认证协会）学术委员会组织制定了《工程教育认证通用标准解读及使用指南》（以下简称《指南》），供认证工作中参考使用。现将使用有关注意事项说明如下：

一、《指南》的定位

本《指南》仅作为辅助性参考文件，用于帮助专业和专家理解《工程教育认证标准》（T/CEEAA001—2022），更好举证和查证。《指南》不能替代认证标准，不包括专业必须执行的刚性要求，不作为专家判定是否达成的绝对准则。专业应在充分理解标准要求的基础上，参照本《指南》，根据专业实际情况开展自评自证，专家依据标准判断专业的达标情况。

二、《指南》的主要内容

《指南》明确了落实立德树人根本任务有关要求，直观地表述了产出导向理念和认证标准的内涵，突出了以学生学习的产出目标（毕业要求）达成为主线，以产出目标评价机制为底线的认证要求。《指南》明确认证专业人才培养“解决问题”的程度应定位于“复杂工程问题”，确保达到以工程师为培养目标的本科层次工程人才培养要求，确保满足《华盛顿协议》实质等效要求。

《指南》对每条认证标准给出了参考性的解释说明，包括三个部分：一是每条标准的“内涵解释”；二是专业自评和专家考查重点；三是理解和使用中存在的问题。

三、《指南》的更新

认证协会根据工作需要，及时对《指南》进行更新。一是在认证标准修订后，相应进行更新；二是根据工程教育认证工作发展要求，或是根据认证工作不断深入和对认证标准理解的不断深化，在确保符合认证标准基本原则的前提下，就有关解释说明进行细化、补充或优化，确保解释和说明更加符合认证要求。

四、《指南》附件及使用

为帮助专业更好理解认证标准和有关术语，本《指南》收集了部分术语内涵，包括联合国可持续发展目标等，汇总为附件 1，供理解参考。另，为便于专业更好地理解国际工程联盟 2021 年发布的新版《毕业生要求和职业能力框架》，本指南整理了 2021 版的主要修订内容，供学习参考。

1. 学生

1.1 具有吸引优秀生源的制度和措施；

【内涵解释】

“优秀生源”不是仅从分数衡量，要包括“质”和“量”。“质”表示生源素质符合专业预期。“量”表示生源的充足性。“优秀生源”是一个相对的概念，受学校、行业和社会背景的影响，在不同专业的表现形式不尽相同。

“制度和措施”重点关注学校对专业的要求和专业采取的措施，通常包括专业生源质量分析、专业自身优势分析、招生宣传、专业特有的奖学金、助学金、贷学金，以及在校生专业认可度分析等方面。制度措施应该具有稳定性和连续性，有人员、条件保证执行和落实。此外，还应对制度执行效果进行分析和评价，促进制度改进完善。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 与专业招生有关的管理制度和规定，包括学校管理文件中赋予专业的责任和自主的制度等，特别是专业承担的提高生源质量的责任和落实责任的具体措施，对各项制度和措施效果的分析评价情况。

(2) 专业对生源的期望，以及近三年生源状态和发展趋势分析，包括入学生源状况、在校生对专业的认知度、认可度以及学习意愿等；

(3) 保障有关工作正常有效进行的机制和执行情况的证明材料。

【常见问题】

(1) 仅列举学校层面招生制度，专业对于吸引优秀生源的责任不明确，没有相应的制度和措施；

(2) 仅列举近年专业新生高考成绩或专业分流学业成绩，并未对生源状况（包括专业分流）的变化等进行分析，并采取相应措施；

(3) 对在校生的专业认可情况没有进行调查分析，更没有针对分析的结果采取措施，甚至对生源流失没有足够关注。

1.2 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；

【内涵解释】

专业应坚持立德树人，开展学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等工作，引导学生树立社会主义核心价值观，帮助学生达成毕业要求，实现学生发展。各项指导活动中，学生学习指导是重点，其它指导活动从不同侧面予以支持。

专业任课教师应在学生能力形成的过程中发挥主力作用，结合课程教学做好学习指导工作。学习指导应实现以下三个目标：其一，帮助学生理解专业的毕业要求，使其知晓达成途径；其二，帮助学生了解专业课程对毕业要求达成的支撑关系，

了解课程学习对实现相关毕业要求的作用，增强学习主动性和自觉性；其三，为学生课业学习、能力成长和素质养成提供及时的帮助。

职业规划、就业指导、心理辅导等工作应该与学生达成毕业要求相联系，促进学生发展。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对于引导学生树立正确的价值观是否有明确要求，立德树人工作是否有明确的制度保障并得到落实。

(2) 专业向学生解读培养方案的情况。是否有专门的工作环节向学生全面解读培养方案，帮助学生了解专业培养目标、毕业要求、课程体系及其相互关系。

(3) 专业对任课教师开展学生学习指导的工作要求和政策支持。是否明确任课教师在学生学习指导工作中的主体责任，明确学习指导工作的具体要求（内容、频率、方法、覆盖面等），明确学习指导工作的政策支持（工作条件配备，工作量认可等），是否有证据证明教师知晓上述工作要求并能有效执行。

(4) 学生学习指导与毕业要求的关联度。任课教师是否向学生解释课程教学大纲，说明课程目标与毕业要求的关系，是否有证据证明学生能够参照课程目标或毕业要求评价自己的学习成效，评价教师的教学活动。

(5) 专业的职业规划、就业指导、心理辅导等方面的工作是否有制度、人员和条件保障，指导工作是否能够与学生毕业要求相联系。

【常见问题】

(1) 学生学习指导工作不能围绕毕业要求，学生对于毕业要求，课程目标不了解。

(2) 学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等各项工作未能建立联系，相互脱节，甚至互相干扰。

(3) 任课教师不能承担学生学习指导的主要责任，仅依靠学生工作队伍，教书与育人相脱节。

1.3 对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估，并通过形成性评价保证学生毕业时达到毕业要求；

【内涵解释】

专业需对学生个体的学业情况进行跟踪与评估，为学生的学业进步提供支持和帮助，保证学生毕业时达到毕业要求。

形成性评价是在教学过程中，专业为了解每个学生的学习情况，及时为学生提供学业帮助而开展的过程性评价活动。形成性评价主要体现在两个方面：其一，在课程学习过程中，任课教师能采取有效的方式对每个学生的学习进展进行跟踪，学生能及时反馈学习中的问题，任课教师能根据跟踪/反馈的信息对教学策略进行动态调整，为学生达到毕业要求提供帮助；其二，在本科学习的各个阶段，专业采取了哪些制度性的措施，对学生的学业完成情况进行评估、预警和帮扶，尽可能使学生达到毕业要求，获得学位。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对学生个体的学业情况进行跟踪和评估的制度和措施，包括跟踪和评估的工作方法、责任人等。

(2) 对学业有困难的学生预警与帮扶的制度和措施。

(3) 在课程教学中，围绕课程目标开展形成性评价的制度和措施，包括对教师的工作和要求、条件支持和督促检查等。

(4) 近三年，专业核心课程开展形成性评价工作的证据和效果。

【常见问题】

(1) 针对学生个体的跟踪与评估措施不健全，或者教师在形成性评价工作中没有发挥作用。

(2) 预警机制不完善，与预警机制配套的特殊帮扶措施没有得到重视。

(3) 只是简单的跟踪学生的课程期末考试成绩，课程学习过程中的形成性评价内容不足，评价结果作用有限。

1.4 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。

【内涵解释】

重点关注专业对转入学生原有学分认可的依据和程序。之所以要“认可”“原有学分”，是因为这些“学分”对应的教学活动承担着为指定的毕业要求达成提供支撑的任务，而不同学校、不同专业的“教学活动”是各具特色，不尽相同的。

学生获得本专业某门课的学分，表明学生通过该课程的学习，为相关毕业要求的达成提供了相应的支持，因此，专业必须通过判断学生在本专业之外获取的学分在支撑本专业毕业要求方面是否“等价”或“覆盖”来决定是否认可该学分。专业应基于这一原则制定学分认定规定，明确学分认可的依据、责任人和执行程序，并保证认定结果有据可查。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业学分认定的规定，包括认定依据、认定程序 and 责任人等。

(2) 认定依据是否保证被认可的“学分”对本专业毕业要求支撑的等效性。

(3) 认可程序、责任人是否合理，是否有证据证明学分认定规定被严格执行。

(4) 近三年学分认可的案例，是否能证明学分认可的合理性。

【常见问题】

(1) 未准确理解本标准的要义，大篇幅介绍学校的“转学、转专业规定”，而不是“认定原有学分的规定和认定过程”，学分认定基本原则未能体现 OBE 的基本思想。

(2) “认可原有学分”的基本原则不清楚，没有体现“在支撑毕业要求的达成上‘等效’的基本要求”；

(3) 认可原有学分”的基本规定不恰当，只是学分的“相当”、课程名称的“相同”或相近，甚至是“修学时长”的相当；

(4) “认可原有学分”的过程不够明确，甚至缺乏“在支撑毕业要求的达成上‘等效’的判定过程”。

2. 培养目标

2.1 有公开、符合学校定位、适应社会经济发展需要的培养目标；

【内涵解释】

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，应体现培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的教育方针。专业制定培养目标时必须充分考虑内外部需求，包括学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望，能体现社会发展对本领域职业工程师的能力要求等。专业应通过各种方式使利益相关者了解和参与培养目标的制定过程，在培养目标的内涵上达成共识。

专业应有明确的公开渠道公布和解读专业的培养目标，使利益相关者知晓和理解培养目标的含义。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业培养方案中对培养目标的表述是否完整，能否说明学生毕业 5 年左右从业的专业领域、职业特征和所具备的职业能力，是否体现德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的教育方针。

(2) 对培养目标的内涵解释是否合理，能否说明培养目标与学校定位、社会需求等内外部需求的关系。

(3) 培养目标制定过程是否开展了有效的调研及合理的预测，包括针对本校教师、教学管理者的内部调研，针对相关行业企业、校友及其他利益相关者的外部调研，对调研数据的分析，以及根据分析做出的需求预测是否合理有效。

(4) 培养目标是否有明确的公开渠道，不同渠道中培养目标的表述是否一致，是否有助于利益相关者知晓和理解培养目标的含义。

【常见问题】

(1) 专业的培养目标表述针对性不强，不能反映学校的定位和专业的特色。

(2) 培养目标的内容对职业能力的表述不清晰，没有体现职业工程师的能力要求，不能与毕业要求建立对应关系。

(3) 不能合理解释专业培养目标与学校定位、社会需求的关系。

(4) 培养目标的制定纯属闭门造车，缺乏充分有效的内外需求调研与分析，依据不足。

(5) 培养目标公开渠道不明确，不同渠道对培养目标的表述不一致，内涵解释不清晰。

2.2 定期评价培养目标的合理性并根据评价结果对培养目标进行修订，评价与修订过程有行业或企业专家参与。

【内涵解释】

对培养目标进行合理性评价是修订培养目标的基础工作。所谓合理性是指专业培养目标与学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望等内外需求一致。专业应定期开展培养目标合理性评价，了解和分析内外需求的变化，并根据变化情况修订培养目标。要求行业企业专家参与评价修订工作，是为了保证评价和修订工作能够更好的反映行业企业的人才的需求，使专业的人才培养工作更加符合行业企业的需求。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 定期开展培养目标合理性评价和修订的工作机制是否建立，包括评价周期、评价内容、工作程序、责任人、组织机构、工作要求等。组织机构中是否有相对固定的企业行业专家参与。

(2) 专业对培养目标合理性的含义是否理解，是否根据培养目标合理性评价的需要，开展了有针对性的内外部调研，调研内容是否与学校定位、专业特色、社会需求和利益相关者的期望等内外需求相关，调研对象是否涉及教师、在校生/家长、校友、行业企业及其他利益相关者。

(3) 专业是否对调研结果进行了有效分析，形成培养目标的合理性评价报告，并基于评价结果开展培养目标修订工作。

【常见问题】

(1) 没有建立机制，培养目标合理性评价的内容、方式、要求不明确，工作开展随意性强，仅仅针对认证工作临时开展了调研和分析工作，不可持续。

(2) 针对各类人群的调研内容、调研范围缺乏有效设计，调研内容不能反映内外需求，调研结果的分析不充分，结果简单粗糙。

(3) 原始资料整理不及时不规范，支撑自评的原始资料不足。

(4) 将培养目标的合理性评价与培养目标达成情况分析概念混淆。

(5) 培养目标合理性评价结果未用于培养目标修订。

3. 毕业要求

专业应有明确、公开、可衡量的毕业要求,毕业要求应支撑培养目标的达成。

专业制定的毕业要求应完全覆盖以下内容:

【标准解释】本标准对专业毕业要求提出了“明确、公开、可衡量、支撑、覆盖”的要求。“明确”,是指专业应当清晰描述本专业的毕业要求,并能准确表达毕业要求的内涵。“公开”,是指毕业要求应作为专业培养方案中的重要内容,通过固定渠道予以公开,并通过研讨、宣讲和解读等方式使师生知晓并具有相对一致的理解。“可衡量”,是指学生通过本科阶段的学习能够获得毕业要求所描述的能力和素养(可落实),且该能力和素养可以通过学生的学习成果和表现判定其达成情况(可评价)。“支撑”,是指专业毕业要求对学生相关能力和素养的描述,应能体现对专业培养目标的支撑。“覆盖”,是指专业制定的毕业要求在广度和深度上应能完全覆盖标准中 12 条毕业要求所涉及的内容,特别关注 12 项标准中对培养学生解决复杂工程问题能力的要求。

本科工程教育的主要任务之一是培养学生解决复杂工程问题的能力,本标准提出的 12 项毕业要求体现了该能力的核心要素,因此,专业毕业要求必须保证与本标准要求实质等效。本标准中提及的“复杂工程问题”必须具备下列特征(1),并同时具备特征(2) - (7)中的部分或全部。

(1) 必须运用深入的工程原理经过分析才能得到解决;

(2) 涉及广泛的或有冲突的技术和非技术问题(如伦理、可持续性、法律、政治、经济、社会)和对未来要求的考虑;

(3) 没有现成的解决方法，需要通过抽象的、创造性和原创性的分析寻求解决方案；

(4) 涉及非常见的问题或新问题；

(5) 问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业标准和规范中；

(6) 涉及跨工程学科、其他领域和/或具有广泛不同需求的不同利益相关者群体的合作；

(7) 具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题，需要系统的解决方案。

毕业要求是学生毕业并获得学位时的能力要求。以下对每一条毕业要求的内涵解释都是从培养的视角，体现了认知过程和学生毕业时能力要求的核心要素，为专业优化课程体系提供指导性依据。如果专业的毕业要求或其观测点不能体现标准的含义，即使专业照抄 12 项通用标准也未必就能证明“覆盖”；如果专业毕业要求或其观测点无法落实和评价，即使进行了达成度评价，其结果也不能证明达成。

专业的毕业要求是否可衡量，是否覆盖标准，可以通过专业的毕业要求或者设置的观测点是否覆盖标准要求的能力要素和能力水平，是否能够得到有效的落实和评价来判断。从可衡量的角度看，专业的毕业要求或其观测点应有利于与学校现行的“基础/专业基础/专业”的课程分类方式对接，可按照“能力要素和能力水平”进行表达。

3.1 工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题；

【内涵解释】本标准项对学生的“工程知识”提出了“学以致用”的要求。包括两个方面，其一，学生必须具备解决复杂工程问题所需数学、自然科学、计算、

工程基础和专业知识的（包含专业领域相关的社会科学知识），其二，能够将这些知识用于解决复杂工程问题。前者是对知识结构的要求，后者是对知识运用的要求。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能系统理解数学、自然科学、计算、工程科学理论基础并用于本专业领域工程问题的表述；（2）具有本专业领域需要的数据分析能力，能针对具体的对象建立数学模型并利用计算机求解；（3）能够将相关工程专业知识和数学分析方法用于推演、分析专业工程问题；（4）能够利用系统思维的能力，将工程知识用于专业工程问题解决方案的比较与综合，并体现本专业领域先进的技术。

本标准项的要求可通过数学、自然科学、计算、工程基础和专业知识的学习与应用来达成。

3.2 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论；

【内涵解释】本标准项对学生“问题分析”能力提出了两方面的要求，其一，学生应学会基于科学原理思考问题，其二，学生应掌握“问题分析”的方法。前者是思维能力培养，后者是方法论教学。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能运用相关科学原理，识别和判断复杂工程问题的关键环节；（2）能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达复杂工程问题；（3）能认识到解决问题有多种方案可选择，会通过文献研究寻求可替代的解决方案；（4）能运用基本原理，借助文献研究，并从可持续发展的角度分析工程活动过程的影响因素，获得有效结论。

本标准项的要求可通过数学、自然科学、工程科学原理等知识的学习与应用来达成。教学上应强调“问题分析”的方法论，培养学生的科学思维能力和独立思考能力。

3.3 设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素；

【内涵解释】本标准项对学生“设计/开发解决方案”的能力提出了广义和狭义的要求，广义上讲，学生应了解“面向工程设计和产品开发全周期、全流程设计/开发解决方案”的基本方法和技术；狭义上讲，学生应能够针对特定需求，完成单体和系统的设计。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）掌握工程设计和产品开发全周期、全流程的设计/开发方法和技术，了解影响设计目标和技术方案的各种因素；（2）能够针对特定需求，完成单元（部件）的设计；（3）能够进行系统或工艺流程设计，在设计中体现创新意识；（4）在设计中能够考虑公共健康与安全、节能减排与环境保护、法律与伦理，以及社会与文化等制约因素。

本标准项的要求可通过工程设计、健康、安全、环保和相关社会科学知识的学习，以及工程设计实践来达成。

3.4 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论；

【内涵解释】本标准项要求学生能够面向复杂工程问题，按照“调研、设计、实施、归纳”的思路开展研究。研究过程中能意识到批判性思维和创造性方法对评价新问题的重要性。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂工程问题的解决方案；（2）能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案；（3）能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据；（4）能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。

本标准项的要求可通过本学科学术文献的分析、筛选和研究等相关知识的学习与应用来达成。

3.5 使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性；

【内涵解释】本标准对学生“使用现代工具”的能力提出了“开发、选择和使用”的要求。现代工具包括技术、资源、现代工程工具和信息技术工具（包括预测和建模）。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）了解专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性；（2）能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对复杂工程问题进行分析、计算与设计；（3）能够针对具体的工程问题对象，通过组合、选配、改进、二次开发等方式创造性地使用现代工具进行模拟和预测，满足特定需求，并能够分析其局限性。

本标准项的要求可通过数据分析、统计、信息技术等知识的学习与应用以及工程实践来达成。

3.6 工程与社会：能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任；

【内涵解释】本标准项要求学生关注“工程与社会的关系”，理解工程项目的实施不仅要考虑技术可行性，还必须考虑其市场相容性，即是否符合社会、健康、安全、法律以及文化等方面的外部制约因素的要求。标准中提及的“工程相关背景”是指专业工程项目的实际应用场景。标准中所指的“对社会、健康、安全、法律以及文化的影响”不是一个宽泛的概念，是要求学生能够根据工程项目的实施背景，针对性的应用相关知识评价工程项目对这些制约因素的影响，理解应承担的相应责任。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）了解专业相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响；（2）能分析和评价专业工程实践对社会、健康、安全、法律、文化的影响，以及这些制约因素对项目的影响，并理解应承担的责任。

本标准项的要求可通过本专业领域相关的自然科学、社会科学、工程设计等知识的学习与工程实践来达成。

3.7 环境和可持续发展：能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响；

【内涵解释】本标准项要求学生必须建立可持续发展的意识，在工程实践中能够关注、理解和评价环境保护、社会和谐，以及经济可持续、生态可持续、人类社会可持续的问题。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）知晓和理解“联合国可持续发展目标 SDG17”（见附件 1“术语内涵”）；（2）能够站在环境和社会可持续发展的角度思考专业工程实践的可持续性，评价产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

本标准项的要求可通过涉及生态环境、经济社会可持续发展相关知识的学习与应用来达成。

3.8 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任；

【内涵解释】本标准项对工科学生的人文社会科学素养、工程职业道德规范和社会责任提出了要求。“人文社会科学素养”主要是指学生应树立和践行社会主义核心价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情，明确个人作为社会主义建设者和接班人所肩负的责任和使命。“工程职业道德和规范”是指工程团体的人员必须共同遵守的道德规范、工程伦理和职业操守，不同工程领域对此有更细化的解读，但其核心要义是相同的，即诚实公正、诚信守则。工程专业的毕业生除了要求具备一定的思想道德修养和社会责任，更应该强调工程职业的道德和规范，尤其是对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）有正确价值观，理解个人与社会的关系，了解中国国情；（2）恪守工程伦理、理解并遵守工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规；（3）在工程实践中，能自觉履行工程师对公众的安全、健康和福祉的社会责任，理解包容性、多元化的社会需求。

本标准项的要求可通过思想政治、人文社会科学、工程伦理、法律、职业规范等知识的学习与应用来达成。工程职业道德的培养应落实到学生基本品质的培养，

如诚实公正（真实反映学习成果，不隐瞒问题，不夸大或虚构成果等）；诚信守则（遵纪、守法、守时、不作弊，尊重知识产权等）。

3.9 个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色；

【内涵解释】本标准要求学生能够在多学科背景下的团队中，承担不同的角色。强调“多学科背景”是因为工程项目的研发和实施通常涉及不同学科领域的知识和人员，即便是某学科或某个人承担的工程创新和产品研发项目，其后续的中试（产品正式投产前的试验）、生产、市场、服务等也需要在多元化和包容性团队中合作共事，因此学生需要具备在多学科背景的团队中工作的能力。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能够在多学科、多元化、多形式（面对面、远程互动）的团队中与其他团队成员进行有效地、包容性地沟通与合作；（2）能够在团队中独立承担任务，合作开展工作，完成工程实践任务；（3）能够组织、协调和指挥团队开展工作。

本标准项的要求可通过工程项目设计、工程实践等跨学科团队任务，合作性学习活动来达成。

3.10 沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流；

【内涵解释】本标准对学生就专业问题进行有效沟通交流的能力，及其国际视野和跨文化交流的能力提出了要求。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能就专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点，回应质疑，理解并包容与业界同行和社会公众

交流的差异性。(2) 了解专业领域的国际发展趋势、研究热点,理解和尊重世界不同语言、文化的差异性和多元化;(3) 具备跨文化交流的语言和书面表达能力,能就专业问题,在跨文化背景下进行基本沟通和交流。

本标准项的要求可通过相关理论和实践教学、学术交流活动、专题研讨活动来达成。

3.11 项目管理:理解并掌握工程管理原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用;

【内涵解释】本标准所述的“工程管理原理”主要指按照工程项目或产品的设计和实施的全周期、全流程的过程管理,包括涉及不同学科交叉的多任务协调、时间进度控制、相关资源调度,人力资源配备等内容。“经济决策方法”是指对工程项目或产品的设计和实施的全周期、全流程的成本进行分析和决策的方法。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵:(1) 掌握工程项目中涉及的管理与经济决策方法;(2) 了解工程及产品全周期、全流程的成本构成,理解其中涉及的工程管理与经济决策问题;(3) 能在多学科环境下(包括模拟环境),在设计开发解决方案的过程中,运用工程管理与经济决策方法。

本标准项的要求可通过涉及工程管理和经济决策知识的学习与应用来达成。

3.12 终身学习:具有自主学习和终身学习的意识,有不断学习和适应发展的能力。

【内涵解释】本标准强调终身学习的能力,是因为学生未来的职业发展将面临新技术、新产业、新业态、新模式的挑战,学科之间的交叉融合将成为社会技术进步的新趋势,所以学生必须建立终身学习的意识,具备终身学习的思维和行动能力。

专业可从下列角度理解本标准项的内涵：（1）能在最广泛的技术变革背景下，认识到自主和终身学习的必要性；（2）具有自主学习的能力，包括对技术问题的理解能力、归纳总结的能力、提出问题的能力，批判性思维和创造性能力；（3）能接受和应对新技术、新事物和新问题带来的挑战。

本标准项的要求可通过研究型学习活动，创新性实践活动，以及各类启发学生独立思考，激发学生创造力的自主学习活动来达成。

【专业自评和专家考查重点】

（1）毕业要求：专业毕业要求/观测点的表述及内涵的合理性，毕业要求公开的渠道，师生对毕业要求知晓和理解的情况。

（2）标准覆盖：专业毕业要求/观测点对 12 条标准要求“广度”和“程度”上的实质性覆盖情况，即在广度是否全覆盖，在程度上是否不低于通用标准的 12 条要求，在理解上是否准确。

（3）目标支撑：专业毕业要求对培养目标支撑的解释和描述。专业毕业要求/观测点是否清晰表达了本专业人才的能力特征，描述的能力能否支撑专业培养目标中的毕业生职业能力。

（4）可衡量性：每项专业毕业要求/观测点可落实、可评价的理由。毕业要求/观测点描述的能力和素养是否可以通过学生的学习成果和表现判定其达成情况（可评价），达成情况是否可用适当的考核方式来评价。

【常见问题】

（1）毕业要求的制定没有合理的工作机制保证，教师参与度低或根本未参与，甚至直接照抄 12 条通用标准的毕业要求，没有深刻理解标准的内涵，导致毕业要求难以有效落实。

(2) 专业毕业要求制定对培养目标支撑不够，导致专业毕业要求与培养目标定位和特色的关系不明确，甚至完全游离。

(3) 专业毕业要求/观测点对能力的描述缺乏可衡量性。主要表现在：i) 能力定位不准确，在本科阶段难以通过教学实现；ii) 能力形成的逻辑关系不清，无法与教学环节对接；iii) 能力描述不清晰，或使用不恰当的形容词，难以准确评价等。

4. 持续改进

4.1 建立教学过程质量监控机制，各主要教学环节有明确的质量要求，定期开展课程体系和课程质量评价。建立毕业要求达成情况评价机制，定期开展毕业要求达成情况评价；

【内涵解释】

本标准项关注两个机制的建立，即教学过程质量监控机制和毕业要求达成情况评价机制。这两个机制的核心是面向产出的课程质量评价。面向产出的课程质量评价是指评价应聚焦学生的学习成效，课程内容、教学方法和考核方式必须与该课程支撑的毕业要求相匹配。

因为专业毕业要求的达成需要教学活动（以下一般称为课程）的支持，因此课程质量评价是质量监控的核心，也是毕业要求达成评价的依据。课程质量评价的对象包括各类理论和实践课程，评价的目的是客观判定与专业毕业要求/观测点相关的课程目标的达成情况。在课程质量评价的基础上，可以采用定性和定量相结合的方法对毕业要求达成进行评价。

毕业要求达成情况评价机制是检验和判断专业人才培养的“出口质量”是否达到预期（即毕业要求）的重要保障机制，也是专业“持续改进”的基本前提。毕业要求达成情况评价是通过收集和确定最具代表性、最能表征专业毕业要求内涵的学

习成果的相关评估数据，并对这些数据进行定性或定量的统计分析和结果解释后，对毕业生达成毕业要求的情况做出的评价。根据评价结果可以判断学生各项能力的长处和短板，为专业教学的持续改进提供依据。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业各主要教学环节的质量要求是否明确，是否与毕业要求相关联，是否体现在课程教学大纲和相关教学管理文件中。

(2) 专业的课程质量评价机制是否建立，评价内容、依据、流程、周期和责任人是否明确。

(3) 课程质量评价的组织是否规范，课程质量评价是否成为课程教学的必备环节，由课程责任教授组织实施。课程质量评价依据与结果的合理性是否有专门的机构把关和审核，该机构一般由熟悉本专业教学工作的专家组成，由专业责任教授负责。

(4) 课程质量评价的内容是否聚焦学生学习成效，专业核心课程的评价数据是否能证明：1) 课程目标与所支撑的专业毕业要求/观测点的对应关系合理；2) 课程内容、教学方法能够有效支持课程目标实现；3) 课程考核方式和评分标准能够反映课程目标的实现情况等。

(5) 专业毕业要求达成情况的评价机制。机制是否建立，包括评价方法、依据、流程、周期和责任人是否明确。

(6) 专业是否根据每项毕业要求的特点，采用适当的方法开展评价。评价方法是否合理，是否具有可操作性，是否覆盖全体学生。

(7) 专业已经开展的毕业要求达成情况评价记录是否能证明评价工作能够定期开展，评价依据和方法合理，评价结果能客观反映专业毕业要求的达成情况。

【常见问题】

(1) 教学过程质量监控机制没有聚焦毕业要求，监控的方式仍以传统的课堂听课为主，仅仅关注教师的课堂表现，质量监控与毕业要求达成没有明确的关联。

(2) 对面向产出的课程质量评价的理解不到位，评价没有聚焦课程目标的达成以及对相应毕业要求/观测点的支撑。课程质量评价机制不完善，实施效果不佳。

(3) 毕业要求达成评价方法单一，主要采用根据课程考试成绩的算分法。

4.2 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，对培养目标的达成情况进行定期分析；

【内涵解释】

专业应针对培养目标，制度化地开展毕业生跟踪、用人单位和行业组织等相关利益方的调查工作，并依据跟踪和调查所获得的信息对培养目标达成情况进行分析和评价，形成培养目标达成情况的总体判断。

本标准项强调对培养目标的达成情况进行定期分析，即通过建立毕业生跟踪反馈机制和有关各方参与的社会评价机制，恰当使用直接和间接、定性和定量的手段，采用适当的抽样方法，定期确定和收集培养目标达成情况数据，以便对培养目标的达成情况进行分析。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业是否建立针对培养目标达成情况的外部评价机制，定期开展毕业生跟踪和用人单位、行业企业等利益相关方调查。

(2) 跟踪调查拟收集的数据是否合理设计，能够反映培养目标的达成情况。

(3) 毕业生跟踪是否有足够的覆盖面，具有统计意义。用人单位、行业企业的调查是否具有代表性，与毕业生的主要就业去向相一致。

(4) 是否有证据证明专业能依据跟踪和调查的反馈信息，对培养目标的达成情况进行定期分析，分析结果具有说服力，并形成文档记录。

【常见问题】

没有机制保证，毕业生跟踪、用人单位、行业企业的调查工作随机性大，结果不可靠。

4.3 能证明评价的结果被用于专业的持续改进。

【内涵解释】

专业应根据标准项 4.1 和 4.2 中要求的内部和外部评价结果，发现专业培养方案设计和课程教学实施过程中存在的问题，及时反馈给相关责任人，对专业培养目标、专业毕业要求、课程体系设置、课程及教学过程、评估和评价机制、师资配置和支持条件等方面进行科学化、系统化、持续化的改进。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业是否有明确的措施保证内外部评价结果及时反馈给相关责任人。

(2) 是否有证据证明各类评价结果被用于专业持续改进，专业对反馈和改进的情况是否进行跟踪检查。

【常见问题】

(1) 没有明确的评价结果反馈机制，没有建立稳定的信息反馈渠道。

(2) 对评价结果没有认真分析，改进工作盲目随意。

5. 课程体系

课程设置应支持毕业要求的达成，课程体系设计有企业或行业专家参与。

【内涵解释】

课程是实现毕业要求的基本单元，课程能否有效支持相应毕业要求的达成是衡量课程体系是否满足认证标准要求的主要判据。本标准项的核心内涵是要求专业的课程体系应围绕立德树人根本任务，将思政课程与课程思政有机结合，实现全员全程全方位育人，课程设置能够“支持”毕业要求的达成。所谓“支持”包括两层含义：其一，整个课程体系能够支撑全部毕业要求，即在课程矩阵中，每项毕业要求都有合适的课程支撑，并且对支撑关系能够进行合理的解释。其二，每门课程能够实现其在课程体系中的作用，即课程大纲中明确建立了课程目标与相关毕业要求的对应关系；课程教学内容、教学方法、考核要求能够有效保证课程目标的实现；课程考核的方式、内容和评分标准能够针对课程目标设计，考核结果能够证明课程目标的达成情况。

合理的课程体系设计应以毕业要求为依据，确定课程体系结构，设计课程内容、教学环节与教学基本要求、考核方式。要求企业或行业专家参与课程体系设计过程的目的是保证课程内容及时更新，与行业实际发展相适应。

需要注意的是，通用标准的 12 项毕业要求中特别强调培养学生“解决复杂工程问题的能力”，而课程支持与否是该能力培养是否真正落实的重要判据，因此在课程体系设计时应考虑各类课程在培养学生解决复杂工程问题能力中发挥的作用，支持毕业要求的所有课程都应该将“解决复杂工程问题”的能力培养作为教学的主要目标之一，各类课程应各司其责，共同支撑该能力的达成。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 课程矩阵能否体现课程体系对所有专业毕业要求的合理支撑。专业对矩阵中支撑每项毕业要求的核心课程的设置是否有合理的解释，核心课程是否发挥了强支撑的作用。专业的每项毕业要求是否都有合适的课程支撑。

(2) 课程大纲能否体现课程在支撑矩阵中的作用，即教学大纲中课程支撑的毕业要求是否明确合理，课程目标与毕业要求是否挂钩，课程内容与课程目标是否对接。

(3) 教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计，即内容深度与广度是否与课程目标要求相匹配；教学组织是否能有效保证目标的实现；考核方式、内容和评分标准是否能有效证明课程目标的达成情况。

(4) 针对“解决复杂工程问题”的能力培养，专业是否在课程体系中进行了总体设计，明确了不同类型课程所承担的任务，并在课程大纲中有所体现。例如：工程基础课和专业基础课应加强识别、表达和分析复杂工程问题能力的培养，专业核心课应加强分析/设计/研究能力的培养，综合性实践课应体现综合运用知识解决实际复杂工程问题的能力培养。

(5) 是否有证据证明企业行业专家有效参与了课程体系设计。

【常见问题】

(1) 课程体系缺乏系统设计，只是在支撑矩阵表中，简单勾画出课程与毕业要求的对应关系，但经不起推敲，尤其是对于复杂工程问题能力以及非技术性能力的支撑缺乏思考。

(2) 课程体系不能有效支撑全部毕业要求，课程大纲不能体现课程在支撑矩阵中的作用。主要表现在：1) 课程矩阵布局不合理，有的毕业要求的支撑课程密集重叠，有的毕业要求支撑乏力，特别是非技术性能力支撑课程的选择缺乏依据；2) 强支撑课程的设置缺乏依据，比较随意。有的毕业要求没有强支撑课程，有的看似有很多强支撑课程，但这些课程实际仅支撑了该毕业要求中的个别观测点；3) 课

程承担的毕业要求或其观测点不合理，与课程内容和教学方法不匹配，无法形成有效支撑；

(3) 课程大纲中课程目标的描述不合理，未体现对学生的能力要求，与毕业要求缺乏对应关系。课程教学内容、教学方法未针对课程目标设计，不能支持课程全部目标的实现。课程考核方式和内容不能覆盖课程全部目标，或者即使有平时过程考核，但由于未针对课程目标设计考核内容和评分标准，过程考核缺乏实质意义，导致考核方式和考试内容不能有效证明课程目标的达成。

(4) 行业企业专家参与课程体系设计和修订的任务不明确，作用不明显。

课程体系必须包括：

5.1 与本专业毕业要求相适应的数学与自然科学类课程(至少占总学分的 15%)；

【内涵解释】

此类课程涵盖：1) 适用于本专业所属学科的、用于支撑具体分析和建模的数学、数值分析、数据分析、统计学及计算和信息科学等知识；2) 适用于本专业所属学科的自然科学的系统化理论的理解和运用。

本项标准是针对数学与自然科学类等基础课程设置提出的要求。内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例应不低于 15%；二是课程设置应该符合专业补充标准要求；三是课程的教学内容和效果应该能够支撑相应毕业要求达成。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 本专业领域内数学和自然科学类课程的科目和学分规定是否明确合理，学分和涵盖知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求。是否有制度保证所有学生选课可以达到要求。

(2) 课程大纲能否体现此类课程在支撑矩阵中的作用, 教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

【常见问题】

(1) 仅计算学分比例, 对此类课程设置情况缺乏分析和评价, 不能证明对毕业要求的支撑。

(2) 对此类课程在课程矩阵中所承担的任务不明确, 不切实际地要求此类课程承担专业能力培养。

(3) 课程教学大纲不符合要求, 对于课程目标、课程内容、教学方法、考核方式、考核内容的要求不明确。

(4) 专业将此类课程作为毕业要求达成评价的依据, 但未进行课程目标达成情况评价。

5.2 符合本专业毕业要求的工程基础类课程、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能体现数学和自然科学在本专业应用能力的培养, 专业类课程能体现系统设计和实现能力的培养;

【内涵解释】

工程基础类课程涵盖: 本专业所属工程学科所需的系统化的、基于理论的工程基本原理;

专业基础类课程涵盖: 能够为本专业所属学科的公认实践性工作提供理论框架和知识体系, 能体现本学科前沿的知识;

专业类课程涵盖: 1) 能够为实践工作中的工程设计和操作提供支撑的, 包括有效利用资源、环境影响、整个生命周期成本、资源再利用、净零碳和类似概念的

知识；2) 专业所属学科当前研究性文献中的有关知识，以及批判性思维和创造性思维的方法论。

本项标准内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例不低于 30%；二是课程设置应该符合专业补充标准要求；三是课程的教学内容和效果应该能够支撑其在课程矩阵中的作用，工程基础类和专业基础类课程的教学内容能体现运用数学、自然科学和工程科学原理分析、研究专业领域复杂工程问题的能力培养，专业类课程能体现系统设计和有效实现复杂工程问题解决方案的能力培养。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程的学分和知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求，专业核心课程对于毕业要求是否起到了强支撑作用，是否有制度保证选修课程可以支撑全体学生达成毕业要求。

(2) 课程大纲能否体现工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程在课程支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

(3) 针对“解决复杂工程问题”，各类课程是否明确其所承担的任务，是否在课程大纲及课程教学过程中体现“解决复杂工程问题”能力的培养。

【常见问题】

(1) 仅计算学分比例，而对课程的教学内容和效果能否支撑毕业要求缺乏达成分析，不能证明对毕业要求的支撑。

(2) 该类课程设置的内容和量不足以支持相关毕业要求达成。如工程基础类和专业基础类课程的教学内容对体现运用数学、自然科学和工程科学原理分析研究专业复杂工程问题的能力培养不足；专业类课程在系统设计和有效实现复杂工程问题解决方案的能力培养不足。

(3) 课程教学大纲不符合要求，对于课程目标、课程内容、教学方法、考核方式、考核内容的要求不明确。

(4) 任课教师对学生学习成效的关注度不够，对课程目标实现情况缺乏问题分析。

5.3 工程实践与毕业设计（论文）（至少占总学分的 20%）；设置完善的实践教学体系，并与企业合作，开展实习、实训，培养学生的实践能力和创新能力；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）的指导和考核有企业或行业专家参与；

【内涵解释】

此类课程涵盖：本专业所属工程学科实践工作中所涉及的工程实践知识和方法，学生综合运用所学知识解决实际问题的实践环节。此类课程应关注本学科工程实践和复杂工程问题中的工程意识。

本项标准是对实践教学环节提出的要求。专业应建立完善的实践教学体系，包括全体学生参与的综合实验项目、实习、实训、课程设计等工程实践和毕业设计（论文）等教学环节，有质量控制标准和管理规范。实践教学环节学分比例不低于 20%，实践训练内容符合专业补充标准要求。实习、实训的过程实施状况和实际效果应能支撑其在课程矩阵中的作用，能体现学生实践能力和创新能力的培养。毕业设计（论文）选题应结合本专业的工程实际问题，能体现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；有企业或行业专家参与毕业设计（论文）的指导和考核。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 工程实践课程、毕业论文的学分和内涵是否符合通用标准和专业补充标准的要求。

(2) 实践教学体系是否符合专业特点，实习、实训和设计的内容能否支持学生掌握本专业工程设计和工程实践所需的知识和能力，是否与企业合作开展实践教学，强化学生的工程意识和实践/创新能力培养，每个学生是否有足够的训练机会，其表现是否得到客观评价。

(3) 课程大纲能否体现工程实践类课程和毕业设计（论文）在课程支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计，是否有明确合理的评分标准用于评价学生的学习成果和表现，其中“及格标准”是否体现了课程目标基本达成的底线。

(4) 针对“解决复杂工程问题”，实践课程是否明确所承担的任务，是否在课程大纲及课程教学过程中体现“解决复杂工程问题”能力的要求。

(5) 支撑非技术类毕业要求的实践环节，是否针对每项毕业要求/观测点设计了明确的课程目标、配套的教学内容、教学方法、考核方式和评分标准，能否保证课程目标得到落实和有效评价。

(6) 毕业设计（论文）选题是否结合专业的工程实际问题；训练过程是否注重学生工程意识、协作精神和沟通交流能力的培养；训练成果能否体现学生综合应用所学知识解决实际问题的能力；考核方式和评分标准能否体现对课程目标和相关毕业要求达成情况的合理评价。

(7) 毕业设计（论文）指导和考核是否有企业或行业专家参与。

【常见问题】

(1) 专业仅计算学分比例，而对工程实践与毕业设计（论文）实施状况和实际效果能否支撑毕业要求达成缺乏分析。

(2) 工程实践和毕业设计（论文）等实践环节内容和量不足以支持相关毕业要求达成，尤其是在工程设计能力培养方面，忽视了对学生在从事工程设计时是否能够有意识的考虑经济、环境、法律、伦理等制约因素的考查与评价。

(3) 对于课程目标评价依据的合理性缺乏判断。实践环节（如实验、实习、课程设计、社会实践等），缺乏考核评分标准，成绩有较大的随意性，直接影响到评价结果的合理性。尤其是毕业设计（论文）通常支撑多个毕业要求/观测点，但其课程目标与毕业要求/观测点的对应关系不明确，评分标准没有针对课程目标设计，考核结果无法证明课程对毕业要求/观测点达成的贡献度。

(4) 课外创新或实践活动所支撑的能力如何保证全体学生达成，缺乏有力证据。

5.4 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。

【内涵解释】

此类课程涵盖：人文社科类知识，职业伦理、社会责任和工程实践规范的知识，以及工程经济、环境及法律方面的知识。

本项标准是针对通识教育课程设置提出的要求。内涵包括三个方面，一是该类课程学分比例不低于 15%；二是课程设置应符合专业补充标准要求；三是课程教学内容和效果应能支撑其在课程体系中的能力培养作用，帮助学生树立正确的价值观，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。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 人文社会科学类通识教育课程的科目和学分规定是否明确合理，学分和涵盖的知识领域是否符合通用标准和专业补充标准的要求。是否有制度保证所有学生的选课可以达到要求。

(2) 此类课程的设置能否满足专业非技术性综合能力的培养需求、帮助学生树立正确的价值观，使学生能理解、掌握和运用与工程实践相关的经济、环境、法律、伦理等相关知识，在从事工程设计时能够考虑相关制约因素。

(3) 课程大纲能否体现此类课程在支撑矩阵中的作用，教学过程和课程考核是否针对课程目标进行设计。

【常见问题】

(1) 专业仅计算学分比例，而对课程的教学内容和效果能否支撑毕业要求达成缺乏分析。

(2) 选修课所支撑的能力如何保证全体学生达成，缺乏有力证据。

(3) 缺乏针对能力目标设计的考核方式和评分标准，对学生在从事工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素的能力缺乏考核与评价。考试成绩有较大的随意性，影响到课程考核结果的合理性。

(4) 任课教师对学生学习成效的关注度不够，对课程目标的实现情况缺乏问题分析。

6. 师资队伍

6.1 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；

【内涵解释】

本标准项关注的是专业师资队伍的整体情况是否满足工程类专业教育的需要。所谓整体情况，具体指师资数量、队伍结构和兼职教师三个方面。教师的数量是否

满足教学需要，主要从在校学生数量、开设课程以及实践教学环节等方面进行评判。师资队伍结构的合理性，主要从年龄结构、职称结构、学历结构、专业结构等方面进行评判。应有企业或行业专家作为兼职教师参与教学，并能够发挥行业背景的优势和特点。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 是否有详实的数据和证明材料说明专职教师的数量、结构和兼职教师的数量、来源以及聘用程序能够满足通用标准和专业补充标准的要求。

(2) 从在校学生数量、开设课程以及实践教学环节等方面进行综合分析，说明或判断教师数量是否满足教学需求。

(3) 专业是否根据年龄结构、职称结构、学历结构、专业结构等信息要素，分析了师资队伍结构的特点、优势与不足。

(4) 是否有证据说明兼职教师承担了有针对性的教学任务，并在教学活动中发挥了行业背景的优势和特点，专业对其教学效果进行了必要的跟踪和评价。

【常见问题】

(1) 对教师数量和结构是否满足教学需求缺乏合理的分析，专业教师界定不清，存在凑数现象，无法支撑专业教学。

(2) 兼职教师承担的教学工作情况介绍不够具体，缺少作用分析。

6.2 教师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；

【内涵解释】

本标准项关注的是教师个体的职业能力，具体包括师德师风、教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力等。专业应从保证教学质量的角度给出上述能力和水平的具体描述和要求；说明本专业对教师工程经验与工程背景的具体要求。教师具有的工程背景和工程经验应在教学活动中发挥作用。专业教师除了参与教学工作之外，还应具有工程实践相关研究工作和学术交流的能力与经历。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对从业教师的师德师风、教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力的具体要求，判断教师是否达到专业自定要求的依据和结论。

(2) 专业对教师工程背景和工程经验的定义，即怎样的工作经历算是具有工程背景和工程经验，专业对教师工程背景和工程经验的基本门槛要求，据此对教师队伍的工程背景基本情况的分析。

(3) 教师工程背景和工程经验在教学中是否发挥作用，特别是在工程性较强的教学环节中的作用。

(4) 教师开展工程实践、工程研究，以及与此相关的学术交流情况。

(5) 教师专业背景、工程能力是否满足补充标准要求。

【常见问题】

(1) 专业没有对教师各项能力、工程背景和工程经验的基本要求，没有相应门槛和判断依据。以至于专业自己都无法明确回答或者确认教师的各项能力和工程背景达到了认证标准。

(2) 专业不能说明教师的工程背景和工程经验在教学活动中发挥了作用。

6.3 教师有足够的时间和精力投入本科教学和学生指导中，并积极参与教学研究与改革；

【内涵解释】

教学工作是教师的主要职责。专业教师应将主要时间和精力投入到本科教学和学生指导工作中，在教学工作中体现立德树人的总要求，同时积极参与教学研究与改革。专业应对教师教学工作时间、以及参与教学研究改革有明确要求和制度保证。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 保证教师时间和精力投入到教学和学生指导的制度和措施。

(2) 教师时间和精力投入情况及判断依据。

(3) 鼓励教师参与教学研究和改革的制度和措施，教师参与情况以及取得成果情况。

【常见问题】

专业不能说明如何保证教师在教学工作上的时间和精力投入。

6.4 教师为学生提供指导、咨询、服务，并对学生职业生涯规划及职业从业教育有足够的指导；

【内涵解释】

专业不仅要为在校学生提供教学环境，还有责任为学生提供全方位的指导，包括帮助学生树立正确的价值观，以及职业生涯规划、职业从业教育。专业教师应当在学生指导工作中承担重要责任。因此，专业必须明确规定教师为学生提供指导、咨询、服务、职业生涯规划、职业从业教育等指导的工作范围、具体内容和工作要求，并用制度加以保证。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业对教师各类指导工作的要求，包括工作范围、具体内容和工作要求，相应的制度和保障措施。

(2) 教师为学生提供的各类指导工作的实际情况和相关数据。

【常见问题】

专业对教师指导工作的要求不够明确，缺乏制度性保障。

6.5 教师明确他们在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作。

【内涵解释】

作为教学工作的具体执行者，教师的责任意识是影响教学质量的重要因素，因此必须明确并自觉承担提高教学质量的责任。本标准所说的“明确责任”，主要是指教师应知晓、理解并认同其教学工作对学生毕业要求达成所承担的责任，并自觉改进教学工作，履行责任。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 保证教师明确质量责任的制度和措施，重点是促进教师理解 OBE 理念并履行责任的制度和措施。

(2) 督促和判断教师履行责任的主要办法和依据，对教学质量问题的问责机制，执行情况及效果。

(3) 教师是否明确本人的教学工作及改进提高的责任，是否理解并在本人的教学工作中贯彻 OBE 教学理念，自觉评价和改进自己的工作。

【常见问题】

专业对教师的要求比较笼统，缺乏评价判断和制度保障。

7. 支持条件

7.1 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；

【内涵解释】

本标准项所指支撑条件主要是教室及相关设施、实验室及实验设备、实习和实训基地。关注的是这些教学设施的数量、功能和管理能否满足教学需求，支持学生毕业要求的达成。要求这些教学设施：（1）数量和功能上能满足专业课程教学和实践育人的需要；（2）有良好的管理、维护和更新机制，保证教学设施的运行状态，更新频率和管理模式能够方便学生使用；（3）有与企业合作共建的实习和实训基地，基地的条件设施和教学内容能够为学生提供真实的工程实践的平台。（4）在教学要求、人员配备、安全管理等方面满足专业补充标准。

【专业自评和专家考查重点】

（1）教室、实验室的场地和设备配备在空间、数量和功能上能否满足专业课程教学和实践育人的需求。

（2）实验室和实习实训基地承担教学任务的情况，包括指导教师配备、学生覆盖面，以及实验组织情况等。

（3）实验室管理、维护和更新机制的建立和实施情况，包括人员配备、日常管理、安全规范、学生使用，设备运行和维护更新情况等。

（4）校外合作实习和实训基地的运行情况，包括条件设施、教学任务、人员配备、学生受益面、教学方式等，是否有助于强化学生的工程实践能力。

（5）上述（1）-（4）的内容是否满足专业补充标准的要求。

【常见问题】

（1）实验室的场地及设备数量和功能与专业教学需求不匹配，管理模式不方便学生使用。

（2）实验室安全管理不规范，安全、环保隐患多，措施不完善。

(3) 实习实训基地的选择不合理，基地的实习内容和条件设施无法支撑专业教学要求。

(4) 实习和实训的教学内容和方式，未充分利用企业资源，学生仅仅是走马观花的参观，不是参与工程实践。

7.2 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；

【内涵解释】

本标准项所指支撑条件主要是计算机、网络、图书和电子资料等公共资源。要求这些公共资源：(1) 数量充足，种类丰富，及时更新，信息化程度高，方便师生使用；(2) 能够满足学生的学习需求，支撑学生达成相关毕业要求（如获取信息、现代工具、创新活动、自主学习、国际视野等）；(3) 能满足教师教学科研需求，支持教学改革和教师职业发展；(4) 资源管理规范，共享程度和使用效率高。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 专业教学和科研对计算机、网络、图书和电子资料的需求情况。

(2) 与专业相关的计算机、网络以及图书和电子资料的配备和管理情况。

(3) 教师和学生需要利用公共资源开展哪些与毕业要求相关的教学和学习活动，公共资源是否满足需求。

(4) 相关资源管理制度和措施，以及共享使用情况。

【常见问题】

(1) 只是简单提供学校计算机、网络、图书资源的总体配备情况，未说明这些资源被专业教师和学生利用的情况。

(2) 未清晰说明专业哪些教学活动对这些公共资源有需求，这些需求是否能满足。

7.3 教学经费有保证，总量能满足教学需要；

【内涵解释】

本标准项所指支撑条件是教学经费的投入。要求教学经费的投入：(1) 有投入标准和制度保证；(2) 日常教学经费的总量满足教学运行需求，包括实验设备维护与更新费、生均实验、实习和毕业设计费等，(3) 专项经费的投入有助于专业持续改进，包括教改，实验室建设、师资培训等。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 教学经费预算、下拨和使用的相关制度、规定和标准。

(2) 教学经费是否满足教学需要，特别是实践教学经费（实验运行费、实习经费和毕业环节经费）的生均拨款和使用情况。

(3) 近三年用于教学的专项经费情况。

【常见问题】

(1) 只有教学经费数量情况，没有教学经费预算、下拨和使用的相关制度、规定和标准。

(2) 惠及所有学生的生均实验、实习和毕业论文经费投入不明确，不稳定。

7.4 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；

【内涵解释】

本标准项所指支撑条件是学校支持专业师资队伍建设的政策、措施和效果。要求学校：(1) 要建立吸引优秀教师、保证师资队伍的稳定、促进教师的职业发展、

帮助青年教师成长的制度性机制与措施；(2) 政策措施制度要切实有效；(3) 政策措施制度要明确、公开。

【专业自评和专家考查重点】

- (1) 学校支持教师队伍建设的制度性政策和措施。
- (2) 近三年学校支持本专业教师专业发展、提高教学能力的具体效果。
- (3) 近三年学校支持本专业青年教师在教学和工程实践能力培养的具体效果。
- (4) 教师是否了解和认可以上制度和措施。

【常见问题】

(1) 专业对本标准项的理解不清晰，提供的证据和信息与标准 6 师资队伍的相关内容重复或混淆。标准 6 关注的是现有教师队伍能否满足学生培养的要求，本标准项指的是学校和院系的政策、制度与措施保证师资队伍的稳定与健康发展的情况，不仅关注制度，更要关注效果。

(2) 对学校和院系的政策和措施是否被教师了解，以及产生积极作用情况提供的材料相对比较含糊。

7.5 学校能够提供达成毕业要求所必需的基础设施，包括为学生的实践活动、创新活动提供有效支持；

【内涵解释】

本标准项所指支撑条件是学校为学生达成毕业要求提供的各类必要基础设施，包括：适宜的学习生活环境，完善的文体设施，良好的开展课外活动、社会实践、创新实践的平台条件等。

【专业自评和专家考查重点】

- (1) 为帮助学生达成毕业要求，专业对学校的各类基础设施需求情况。

(2) 学校的基础设施是否为学生课余实践活动、社团活动提供支持。

(3) 学校的基础设施是否为学生创新实践活动提供支持。

(4) 学校的基础设施是否为学生提供适宜的生活学习环境。

【常见问题】

对于学生开展各种活动实际支持效果和受益面提供的材料不足。

7.6 学校的教学管理与服务规范，能有效地支持专业毕业要求的达成。

【内涵解释】

本标准项要求学校的教学管理与服务能支持专业教学质量的持续改进，能支持全体学生毕业要求的达成。管理与服务规范要求既有制度文件规定，也能有效执行文件取得效果。

【专业自评和专家考查重点】

(1) 学校和专业的教务、学生、教师、财务等管理与服务机构与职能。

(2) 学校教务和学生管理与服务能否为专业教学和学生发展提供支持。

(3) 学校人事和财务管理与服务能否为专业持续改进提供有效支持。

【常见问题】

对服务情况和效果的说明不足。

附件：1. 术语内涵

2. 国际工程联盟 2021 版《毕业生要求和职业能力框架》相关修订内容

附件 1：术语内涵

1. **联合国可持续发展目标**——2015 年 9 月 25 日联合国大会 193 个成员国正式通过 17 个可持续发展目标，旨在 2000-2015 年千年发展目标到期后继续指导 2015-2030 年全球发展工作，以综合方式彻底解决社会、经济和环境三个维度的发展问题转向可持续发展道路，呼吁所有国家（不论该国是贫穷、富裕还是中等收入）行动起来，在促进经济繁荣的同时保护地球。具体 17 个可持续发展目标如下：

目标 1：消除贫困——在全世界消除一切形式的贫困；

目标 2：消除饥饿——消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业；

目标 3：良好健康与福祉——确保健康的生活方式，促进各年龄段人群的福祉；

目标 4：优质教育——确保包容和公平的优质教育，让全民终身享有学习机会；

目标 5：性别平等——实现性别平等，增强所有妇女和女童的权能；

目标 6：清洁饮水与卫生设施——为所有人提供水和环境卫生并对其进行可持续管理；

目标 7：廉价和清洁能源——确保人人获得负担得起的、可靠和可持续的现代能源；

目标 8：体面工作和经济增长——促进持久、包容和可持续经济增长，促进充分的生产性就业和人人获得体面工作；

目标 9：工业、创新和基础设施——建造具备抵御灾害能力的基础设施，促进具有包容性的可持续工业化，推动创新；

目标 10：缩小差距——减少国家内部和国家之间的不平；

目标 11: 可持续城市和社区——建设包容、安全、有抵御灾害能力和可持续发展的城市和人类住区;

目标 12: 负责任的消费和生产——采用可持续的消费和生产模式;

目标 13: 气候行动——采取紧急行动应对气候变化及其影响;

目标 14: 水下生物——保护和可持续利用海洋和海洋资源以促进可持续发展;

目标 15: 陆地生物——保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统, 可持续管理森林, 防治荒漠化, 制止和扭转土地退化, 遏制生物多样性的丧失;

目标 16: 和平、正义与强大机构——创建和平、包容的社会以促进可持续发展, 让所有人都能诉诸司法, 在各级建立有效、负责和包容的机构;

目标 17: 促进目标实现的伙伴关系——加强执行手段, 重振可持续发展全球伙伴关系。

2. 工程设计——工程设计是一个设计系统、组件或过程的过程, 以满足约束条件下的预期需求和规范。这是一个迭代的、创造性的决策过程, 在此过程中, 基础科学、数学和工程科学被应用于将资源转化为解决方案。工程设计包括识别机会、开发需求、执行分析和综合、生成多个解决方案、根据需求评估解决方案、考虑风险并进行权衡, 以便在给定情况下获得高质量的解决方案。仅出于说明目的, 可能约束的示例包括可访问性、美学、规范、可施工性、成本、人体工程学、可扩展性、功能性、互操作性、法律考虑、可维护性、可制造性、可销售性、政策、法规、时间表、标准、可持续性或可用性。

3. 工程科学——工程科学以数学和基础科学为基础, 但将知识进一步带向解决工程问题所需的创造性应用。这些研究在数学和基础科学与工程实践之间架起了一座桥梁。

4. 工程管理——工程管理是计划、组织、领导和控制的一般管理职能，与工程知识一起应用于项目管理、建设、实施、维护、质量、风险、变化和业务管理等过程环节。

5. 多元化——是人类差异的范围，包括使一个人或群体与另一个人或群体不同的特征。多元化包括但不限于以下特征：种族、族裔、文化、性别认同和表达、年龄、民族血统、宗教信仰、工作部门、体能、性取向、社会经济地位、教育、婚姻状况、语言、外貌和认知差异。

6. 包容性——是指所有成员尊重、支持和重视他人的有意、主动和持续的努力和实践。一个包容性的环境提供了公平的机会和资源，使每个人都能平等参与，并在言行上尊重所有人。

附件 2：国际工程联盟 2021 版《毕业生要求和职业能力框架》相关修订内容

国际工程联盟制定的《毕业要求和职业能力框架》是包括《华盛顿协议》在内各互认协议成员组织制定认证标准的框架和参考，不能替代认证标准。

2021 版《毕业要求和职业能力框架》中，对《华盛顿协议》认证专业的知识和态度、毕业要求以及复杂工程问题做了如下表述和解释（有下划线的文字属于 21 版修订内容）：

表 1 知识和态度

知识和态度概述	说明
<p>WK1: 对适用于本学科的<u>自然科学</u>有系统的、以理论为基础的理解，<u>并对相关的社会科学有认识</u>。</p>	<p>1) "相关"是指"在本学科的工程问题需要的范围内"。 2) "认识"小于"知识", 大于"熟识"或"熟悉"。一个针对"社会科学"的实施例子可以用来区分"知识"和"意识"的使用: 将社会科学选修课限制在与本学科相关的课程库中。对于认识来说, 证据可能是每个学生都成功完成了这些选修课。对于知识的展示(如果需要的话), 这些课程应该是必修课, 高等院校必须展示主要学科知识学习的额外学生作品。 3) 这一行可以被认为是"支持性科学"的一行。物理学(作为一门自然科学)支持电子工程和机械工程。同样,(作为社会科学)社会学和心理学可以支持计算机和工业工程; 经济支持所有传统工程学科。</p>
<p>WK2: 基于概念的<u>数学</u>、数字分析和<u>数据分析</u>、统计以及计算机和信息科学的形式方面, 以支持适用于本学科的具体研究和建模。</p>	<p>数据分析, 有时被建议定义为分析原始数据的科学, 因此不是独立的学科。建议增加"数据分析"的小字。</p>
<p>WK3: 系统的、基于理论的<u>工程</u>学科所需的<u>工程基础知识</u>的表述。</p>	
<p>WK4: <u>工程专业知识</u>, 为工程学科中公认的实践领域提供理论框架和知识体系; 很多内容处于学科的前沿。</p>	

<p>WK5: <u>包括有效利用资源、最小化废物和环境影响、整个生命周期成本、资源再利用、净零碳和类似概念的知识,支持实践领域的工程设计和操作。</u></p>	<p>有一种反复出现的观点认为,列举限制了范围,要求最好用一般的术语来说明,把选择权留给课程设计者。在这里,与设计相关的知识是科目,而设计是主要的工程活动。那些明确列出的与设计相关的内容是在我们的考查中被广泛提及的内容。</p>
<p>WK6: 工程学科实践领域的工程实践(技术)知识。</p>	
<p>WK7: 工程在社会中的作用的知识,以及在工程实践中发现的问题:<u>诸如工程师对公共安全和可持续发展的职业责任。</u></p>	<p>1) 增加"可持续发展"并在脚注中提及联合国可持续发展目标,是为了确保工程项目在其课程中关注可持续发展问题时,是在联合国可持续发展目标的框架内进行的;即使他们的学科只是与其中的某些目标有切身的关系。</p> <p>2) 有效的实施在很大程度上取决于具体的学科:考虑到化学和计算机工程,差异是很容易想象的。</p>
<p>WK8: 参与本学科<u>当前研究文献</u>中的具体知识;<u>认识到批判性思维和创造性方法的力量,以评估新问题。</u></p>	<p>1) 批判性思维和创造性方法可能不是知识要素,它们可能更多地被算作是"态度"。它们很难教,但课程可以帮助学生获得它们。</p> <p>2) "意识"比"知识"要少,比"熟识"或"熟悉"要多。</p> <p>3) 实施的例子: i) 在每项作业中鼓励独特的解决方案,推广它们。ii) 每年给"最有创意的顶点设计"颁奖。iii) 在每个主要的学生作业中加入批判性思维和创造力的评估项目。这可能有助于怀疑论者知道,大学教授经常要判断他们为之写推荐信的每个学生的"创造力"。</p>
<p>WK9: <u>伦理态度,包容的行为。了解对职业伦理、责任和工程实践规范的承诺。积极意识到因种族、性别、年龄、身体能力等原因而产生的多元化,并相互理解和尊重,以及包容性的态度。</u></p>	<p>1) 作为一种性情或态度,伦理(专业或不专业)和包容是同一类的。</p> <p>2) 多元化的需要是在"意识"层面上,而不是在知识层面上,因为教育过程中的教学手段比在工作场所的教学手段更为有限。</p>

表 2 毕业要求

毕业要求概述	说明
<p>WA1 工程知识: 运用数学、自然科学、<u>计算</u>和工程基础知识以及 WK1 至 WK4 中规定的工程专业知识, 制定复杂工程问题的<u>解决方案</u>。</p>	<p>1) 诚然, "知识"的每一个组成部分都需要在 4 年的课程中包括一些完整的学期课程(通常, 许多课程在前两年)。一些工程认证标准(EAC)规定, 必须有 30 个学期的学分(大约相当于总共 10 门课程)才能同时满足数学和自然科学。</p> <p>2) 这里增加的"计算"("知识行")与下面第 5 行的"工具使用"不同, 本处是指"计算基础知识", 包括"算法、数值分析、基本优化方法", 以适合该学科为准。</p>
<p>WA2 问题分析: 利用数学、自然科学和工程科学的第一原理, 识别、制定、研究并分析复杂的工程问题, 得出有根据的结论, 对<u>可持续发展进行整体考虑</u>。(WK1 至 WK4)</p>	<p>1) 这里出现的"研究"一词不应该被过度解释。它只是要求学生学会如何掌握与具体问题相关的教科书文献中积累的知识。</p> <p>2) 可持续发展考虑的部分可以通过在顶点设计经验中的实施来获得, 如下一行所示。然而, 这还不够。可持续发展的结果也必须在问题定义和问题分析阶段加以考虑。为了能够做到这一点, 学生必须首先意识到这些考虑因素是什么, 并学习如何识别那些与分析中的具体问题相关的考虑因素。</p>
<p>WA3 设计/开发解决方案: 为复杂的工程问题设计<u>创造性的</u>解决方案, 并设计系统、部件或流程, 以满足<u>确定的需求</u>, 同时<u>适当考虑公共健康和</u>安全、<u>整个生命周期的成本、净零碳以及资源、文化、社会和环境因素</u>。(WK5)</p>	<p>1) 解决方案是否是一个设计解决方案, 是由它所解决的问题来区分的: i) 这个问题是不完全定义的, 不能用演绎法来解决, 需要一个创新的或创造性的方法; ii) 这个问题允许不同的、同样可以接受的解决方案。</p> <p>2) 许多 EAC 要求, 在最后一年开设一门顶点设计课程(通常长达两个学期), 并规定所解决的设计问题必须要求在课程的前几年获得的技能和知识。</p> <p>3) 这里的"适当的考虑"不是指设计规格, 它可能已经存在于问题定义中。这指的是所提出的解决方案与环境和社会的互动所产生的环境要求。</p> <p>4) 一些高校提出了可能的考虑因素的清单, 作为顶点设计项目的组成部分, 以保证解决方案考虑到这些因素的一个适当的子集。在这个清单中提到联合国可持续发展目标, 或者直接在此基础上形成一个清单, 这可能是一个好的做法。</p>
<p>WA4 研究: 使用研究方法对<u>复杂的工程问题</u>和系统进行研究, <u>包括基于研究的知识</u>、设计实验、分析和解释数据, 以及综合信息以提供有效结论。(WK8)</p>	<p>1) 许多 EAC 给出了"复杂问题"的详细定义。主要任务是划定其边界, 使其与技术专家或技术人员领域的那种问题区分开来。</p> <p>2) 这里的"研究方法"包括学习如何找出关于某个具体问题的已知信息(对于四年制课程来说, 比这更多的东西都是不现实的)。</p> <p>3) "实验设计"的教学显然取决于工程学科的情况。计算机工程中的"寻找代码中的错误", 机械工程中的"测量弹性", 电气</p>

	<p>工程中的"通过测量确定带宽",等等。"设计"一词必须由一个学生(或一组学生)单独设计出适合的实验。</p> <p>4) 实验的设计、数据的分析和解释、信息的综合都是研究的方法,可以作为合适的课程的一部分来实施,而不是开设单独的课程。</p>
<p>WA5 工具的使用: <u>创造、选择、应用适当的技术、资源以及现代工程和信息工具,包括预测和建模,认识其局限性,以解决复杂的工程问题。(WK2 和 WK6)</u></p>	<p>1) 要求是能够从最近(现代)技术提供的工具中选择和应用适当的工具;并且,在无法选择时,能够创造一个工具,因为现有的工具都不能满足当前的需要。</p> <p>2) 不仅要求学生面对需要选择工具的问题,而且还要面对一些需要创造新工具的问题。期待一个全面的创造(一个新的软件)是不现实的;给现有的软件增加一个功能,综合两个单独可用的工具,改变现有的模型(从线性到非线性,从时变到慢时变,从多项式到指数等等),都是可以在四年的课程中引入的例子。</p>
<p>WA6 工程师与世界: <u>分析和评估可持续发展的成果,社会、经济、可持续性和健康与安全、法律和环境影响在解决复杂工程问题中的影响。(WK1, WK5, WK7)</u></p>	<p>1) 如上所述,这一要求可以通过在顶点设计经验中的实施而部分获得。然而,这还不够。在问题定义和问题分析阶段也必须考虑可持续发展的结果。(这就是为什么必须为它单独划出一行的原因。)</p> <p>2) 知识概况的第 1、5、7 行指出了如何将这个要求的基础纳入课程。</p> <p>3) 对社会科学的认识是达到这一要求的一个要求。在课程中实施的一个例子是将社会科学选修课限制在与该学科相关的有限课程库中。(社会学和心理学可以支持计算机和工业工程;经济学支持所有传统的工程学科,等等)。</p> <p>4) 在某些学科中,可能有必要在这一行中为某一具体方面专门开设一门完整的 3 学期学分的课程。例如,化学工程中的健康和安全的等等。)否则,在每个主要的学生分析和设计工作中遵守这些方面就足够了。</p>
<p>WA7 伦理: <u>运用伦理原则,致力于职业伦理工程实践和规范;并遵守相关的国家和国际法律。表现出理解多元化和包容性的必要性 (WK9)</u></p>	<p>1) 这一行关于理解和实践伦理。增加的内容是详细说明伦理规范包括哪些方面。"态度"在很大程度上是伦理的一部分。团队工作是很重要的一个例子。</p> <p>2) 如果开设专门的伦理课程是不可行的,那么在课程中实施这一要求的最佳方式是设计一些案例作为适当课程的一部分。</p> <p>3) 展示作为一种"态度"的实施例子,"关于非歧视的工作场所伦理问题",可以设计一到两个(这样的)案例研究。</p> <p>4) 职业伦理不仅仅是"不在产品的规格上作弊",它更全面,包括这一行中所指出的所有方面。不过为了强调,这些方面还是被列出来了。</p>

<p>WA8 个人和协作的团队工作： 在多元化和包容性的团队中，以及多学科、<u>远程和分布式的环境中</u>，作为个人、成员或领导有效地发挥作用。<u>(WK9)</u></p>	<p>1) 在行标题中加入"协作"，是为了表明一群有或没有领导但有不同技能的学生聚在一起完成一个项目。许多人认为，仅仅是"团队"并不说明这一点。</p> <p>2) 该要求中的"包容"一词引起了人们的注意，即团队成员必须学会与不同背景和不同学习水平的个人一起协作，等等。课程中的一个实施方案是在学生中随机组成任何实验室或项目团队这是一个原则。</p> <p>3) 团队合作要求，特别是多学科合作，是任何工程学科实施的主要挑战，不仅要实现，而且在开始后要维持。然而，这几乎是每个工程师的雇主在"必须的清单"上最重要的一个要求。</p> <p>4) "远程和分布式设置"的部分在去年显然已经获得了重要性。然而，人们一致认为，这并不是这种暂时状态的结果，它将继续成为任何团体共同工作的主要环境。因此，学生必须学会适应它。一个实施的例子可能是(另外)要求将学生的会议或演讲也传送给观众，并对其效果进行评估。</p>
<p>WA9 沟通：在复杂的工程活动中与工程界和整个社会进行有效和<u>包容的沟通</u>，<u>包括撰写和理解有效的报告和设计文件</u>，<u>并进行有效的介绍</u>；<u>考虑到文化、语言和学习差异</u>。</p>	<p>1) 这一要求有许多重要的组成部分，其中一些在上一版本中已经明确提到，如"给予和接受明确的指示"。选择取决于一个由头脑中的具体情景形成的优先事项清单。目前的优先事项是在"报告和文件"和"语言和学习差异"。</p> <p>2) 实施时要求每个学生不仅要写一份全面的报告，做一次正式的演讲，在教育期间至少面对一次不同的听众，而且所有这些活动都要由教师使用适当的绩效标准进行评估，并向学生提供反馈，而且"重复"是一个可行的选择。</p>
<p>WA10 项目管理和财务：<u>应用对工程管理原则和经济决策的知识和理解</u>，并将其应用于自己的工作，作为团队的成员和领导者，管理项目和多学科环境。</p>	<p>许多 EACs 通过加入一门必修课或选修课来实现这一要求，尽管这既不充分也不必要。正确的实施方案在很大程度上取决于工程学科以及项目的教育目标。一个可能的解决方案是把顶点设计经验设计成一个主要的合作项目，这需要管理和经济层面。</p>
<p>WA11 持续的终身学习：认识到需要并有准备和能力从事：<u>i) 独立和终身学习 ii) 适应新技术和新兴技术，以及 iii) 在最广泛的技术变革背景下进行批判性思考</u>。<u>(WK8)</u></p>	<p>1) 现在指的是学习的连贯性。</p> <p>2) 批判性思维可以被理解为"积极的、逻辑的和质疑的接受事实或信念的过程"。</p> <p>3) 对(i)和(ii)的一个实施例子：学生参加(并可提交其证明)一到两节课或研讨会，在其中听取与专业和知识界接触的重要性，从知识和标准中学习，以及这在工程生涯中如何有助于适应性和进步。</p> <p>4) 教授批判性思维可能是困难的。但是，它是可以学习的。在课程中实施的一个例子可能是在任何综合学生作业的评价标准中增加一个项目，以评估学生在做出假设和决定时是否应用了质疑和逻辑过程。</p>

表 3 复杂工程问题

要求	复杂工程问题（具有 WP1 和 WP2 至 WP7 的部分或全部特征）
知识深度的要求	WP1: 如果没有 WK3、WK4、WK5、WK6 或 WK8 中的一个或多个深入工程知识, 就无法解决这个问题, 因为这样可以采用基于基本原理的第一原理分析方法。
冲突范围的要求	WP2: 涉及广泛的或冲突的技术和非技术问题(如伦理、可持续性、法律、政治、经济、社会), 并考虑未来的要求。
分析深度的要求	WP3: 没有明显的解决方案, 需要抽象思维、 <u>创造性</u> 和独创性。在分析中制定出合适的模型。
对问题的熟悉程度	WP4: 涉及不常遇到的问题或 <u>新问题</u> 。
适用法规的范围	WP5: 专业工程的标准和规范中 <u>没有包括</u> 的问题。
利益相关者参与的程度和相互冲突的要求	WP6: 涉及 <u>跨工程学科和其他领域的合作</u> , 以及具有广泛不同需求的不同利益相关者群体
相互依赖性	WP7: <u>解决许多部件或子问题高层次问题</u> , <u>这些问题可能需要一个系统方法</u> 。

学习交流

人工智能时代的教育变革：超学科、重思维、智能化

钱旭红中国工程院院士、华东师范大学校长

摘要:为适应人工智能时代变革与未来社会发展需求,大学教育的革新之路在于超学科、重思维、智能化。以超学科打破学科专业壁垒,突破知识和学科的界限,开展未来大学形态的前瞻性探索;以重思维体现思维导向,用全面而多样的思维能力超越知识无限的人工智能;以智能化携手并驾驭人工智能,将智能教育体现在学、教、评、治等各方面。未来将出现以“超限”教育为特色优势的大学,用“最大的原则性+最大的灵活性”培养人才、推动创新。

关键词:教育变革; 超限; 超学科; 重思维; 智能化

人工智能的迅猛发展给人类社会带来巨大机遇和挑战,使人们高度关注传统教育方式在人工智能时代的变革。人工智能拥有海量数据,具有跨模态、跨学科、跨行业等特点。借助人工智能,我们可以实现大规模个性化的因材施教,让每个人的学习实现融会贯通、触类旁通。但我们如果过度信赖、盲目使用人工智能,放弃自己的独立判断乃至决策权,则将沦为“工具的工具”“机器的仆役”。那么,面对人工智能,教育应该如何变革?我们应该怎样培养人,以适应人工智能无处不在的发展环境,让人类在人工智能时代保有生活的价值?我们应该培养什么样的人,使其能与人工智能携手,或驾驭人工智能,为人类文明发展作出更大贡献?

早在 40 年前,钱学森就曾指出,人工智能底层逻辑是思维科学。近期,《自然》杂志刊文指出,从脑科学或人工智能的研究角度,人类大脑负责语言文字的区域与思维的区域并不相同,也就是说,语言主要是用于交流的工具,而不是思考的工具。这就提醒我们,驾驭人工智能,思维非常重要。人工智能在知识层面会远超人类,

而人类则需要发展思维来驾驭人工智能。因此，传统的教育方式在人工智能时代必须变革，创新之路在于超学科、重思维、智能化。

超学科——打破学科专业壁垒

人文与科学互为手性镜像，如同左手右手、左脚右脚、左眼右眼、左耳右耳、左脑右脑等一样，相互对称、相互补充、互成一体、不可分割，是人的一体二象。对理工人才而言，艺术训练能够提高想象力、专注力、组织力和成长性；对人文人才而言，形式逻辑训练能够提高执行力、操作能力、反省能力和严谨性。只有将人文与科学的知识、素养、思维相融合，才能保证每个人自由而全面的发展。

创新源于科学与艺术的对话和碰撞。古往今来，将人文与科学融为一体而成为英杰者不胜枚举，如声光、机械、哲学俱佳的墨子，解剖、美术、机械、建筑、数学俱佳的达·芬奇，小提琴、物理俱佳的爱因斯坦，美术、物理俱佳的李政道，音乐、地学俱佳的李四光，音乐、航天、物理俱佳的钱学森，两次获得诺贝尔化学奖且精通老子哲学的夏普莱斯等。从这些名家的身上，我们能感受到，人文如同科学一样重要，两者的融合才能给人以全方位的滋养。

跨越学科、跨越专业是学术、科学、技术、艺术、产业等创新创造的基础，这一趋势在现当代越来越突出。查理·芒格认为，人类当前的学科划分方式，是从每个学科的独特角度切入了解整个世界，如同无数盲人在摸象，摸索“知识之象”的腿、脚、鼻、耳、肚、眼等组成部分，即数学、物理学、语言学、历史学、生物学、化学、地质学、地理学等。当人们通识性地掌握了众多学科的核心内容，特别是重要学科的重要理论，并为自己所用时，就能了解和把握真实的世界。他同时指出，很多一流的专家学者只能在自身狭窄的研究领域内做到相对客观，一旦离开自身研究领域，就开始变得主观、教条、僵化，甚至失去了自我学习的能力，这对解决实

际问题造成了障碍。所以，要提倡学习所有学科中真正重要的理论，并在此基础上形成真正的智慧。

当前，高校的人才培养必须注重融会贯通、突破知识和学科的界限。要尝试打破学科专业之间的壁垒，深化学科交叉融合，创新学科组织模式，探索形成适应新技术、新产业、新业态、新模式的人才培养方式。打造高水平交叉学科研究生培养平台，不断推动交叉学科优势转化为育人优势。加大与企业、研发机构联合建设培养平台、联合培养高端人才的推进力度，联合科技领军企业拟定项目清单，试点设立项目制招生和培养单元，打破按一级学科设置招生培养的限制，在校企科研攻关中更新课程体系，创新育人模式，建立敏捷响应市场需求的人才培养机制。聚焦未来 5—10 年，甚至更长远的前沿科技、产业发展方向和经济社会发展需求，实施超学科项目化育人，打破学制限制、专业限制、学分认定限制、学位授予限制，开展未来大学形态的前瞻性探索。

人工智能的发展为文、理、艺、工的交叉融合、超学科融通提供了新的可能。人工智能源自信息学科，但其本身及影响早已超越原初的学科属性，为全面地培养人才提供了前所未有的超级工具和平台。人类携手人工智能，正在多个领域取得颠覆性、创造性的进展。例如，人工智能有力推动了物理、化学、生物、材料等科学研究及实验探索，主导实现高效的软件编程，人工智能还能够带来超现实的文化旅游体验，形体艺术等也能通过人工智能联想达到更高境界。在人工智能游戏中，人的欲望、情绪、特征可以得到更充分地表达和投射，人们可以依此进行超现实社会模拟及数据采集，使得人文社会科学虚拟实验室成为可能，让社会的有效治理更加智能。

重思维——知识传授必须坚持思维导向

培养一代又一代德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人，培养一代又一代在社会主义现代化建设中可堪大用、能担重任的栋梁之才，要以“每个人的自由而全面的发展”为目标，以思维能力提升为牵引，把拥有健全的思维作为培养卓越人才的突破口。健全思维是走向卓越的基础，其中，形象思维、逻辑思维、批判性思维与创造性思维至关重要，这四种思维单元能组成无数思维体系。

在人才培养的过程中，同样的知识可以不同的方式呈现在受教育者面前。知识点之间的关系绝大多数不是线性的，不少是立体树状的，更多是多维网状的。知识点之间不一定有绝对的先后关系；前面内容看不懂，可以跳过，并不一定会影响后面所学；学会了后面的，有时更容易看懂先前的。知识传授仅仅是工具，核心是通过知识传授而达到思维训练的效果。本文认为，知识与教育的关系至少有三种：第一种是最普通的“唯知识”教育；第二种是“知识树”教育，这是一种较好的教育模式，基于对知识进行系统梳理的、内容清晰的教案，传授思维性的、由关键知识点形成的知识框架树；第三种是“思维模式”教育，这是最值得推广和落实的、面向未来的思维导向的教育。“思维模式”教育，即“超越知识点的思维教育”，这种教育基于“思维导图”和体现知识多维网状结构的教学内容，讲述人类在该学科、专业或领域的发展史上若干重大事件、重要人物、重要思维方法和重大转折的特点以及颠覆性情景故事，并将这些关键知识点与若干思维模式、框架、体系变化的时间线连接起来，启发学生熟悉和掌握人类思维变化，形成知识网络结构中的形象思维、逻辑思维、批判性思维与创造性思维，培养学生的兴趣、好奇心和想象力。

人工智能时代，在知识点的掌握与简单劳动等方面，人类比不上人工智能；而思维的多样性、复杂性、跳跃性和创新性则主要依靠人类自身去完成，人要用全面

而多样的思维能力超越知识无限的人工智能。

人类的思维方式和思维体系有许许多多，那么哪些思维能够促使我们举一反三、触类旁通来面对人工智能的挑战呢？本文认为，量子思维和老子思想可以给我们带来启示：量子学说从一诞生就给人类社会带来了许多剧烈的变化。过去的 100 年，它几乎颠覆了自然科学技术与工程，未来的 100 年，它很可能颠覆更多领域，而且量子科学加速后的量子计算将会使人工智能走向更高的水平。从西方通识教材《艺术：让人成为人》到《物理学之道》，再到李约瑟的《中国科学技术史》，老子思想跨越人文与理工，被许多量子论和人工智能研究者所尊重。老子思想告诉我们，脱离或者违反自然的人，不可能获得幸福。我们要保持对人工智能的谨慎，因为它不是自然的“人”。我们发展人工智能是为了解放人类，而不是替换人类。将来，人类需要用思维和智慧驾驭人工智能。人工智能可以接替人类从事生存型的劳作，人类则拥有充足的时间去思考、休闲、创作和探险。人工智能可能成为物质和精神产品的生产者、提供者，人类则幸福地成为享受者、评价者和引领者。

智能化——携手并驾驭人工智能

我们不能固执地与人工智能对立，不能不愿接受、心生恐惧，拒绝与人工智能携手，更不能片面强调自身和本专业、本行业的特殊性、保守性。我们同样不能滥用人工智能，不能以增进福祉或促进学习为理由，肆意侵犯个人的隐私空间，不能用人机交互去替代必不可少的、有温度的人与人之间的交互与关爱，更不能不标注、不申明地过度使用人工智能，以防止不自觉中养成思维懒惰。

我们需要与人工智能共进化，但要防止人工智能把人们带入歧途深渊。需要警醒的是，人工智能会撒谎、欺骗，会对人类进行负面模仿。随着技术发展，人工智能的逻辑推理能力会越来越高，其潜在的欺骗能力也会越来越强。我们要超前应对

人工智能带来的挑战，杜绝人工智能引发的伦理问题。

人类必须携手人工智能，进而驾驭人工智能。人是自然的一部分，在自然中经受了亿万年的选择与进化，人工智能就像人类创造的智能体，尽管其在某些技能方面可能胜过人类，但人工智能的发展不能超越运行了亿万年的自然规则、社会规则。人们要保有生涯的成功和生活的价值，就必须驾驭人工智能，为其定“规矩”、定“生涯”、定“使命”。

人工智能的出现，在一定程度上揭示出人类学习即将进入超级学习阶段，新的教育逻辑横空出世：从掌握知识转向掌握思维，从视学习为工具转到视学习为价值，从塑造具体的人跨向创造每个人独特的感受，超越传统学习和感知的局限。

智能教育可以体现在学、教、评、治的方方面面：一是智能学习，借助人工智能让学习从模式化、标准化走向大规模的多样性、个性化。发展自适应技术，多样而全面地评估和诊断学习者的脑智和学习模型，测量每个人的最近发展区以指导精准教学实践。建立学、问、答的大模型，拓展智能个性化答疑，推荐个性化的导学策略。二是智能教学，使学生从被动接受走向主动探究。打破实体课堂模式，突破时空界限，创建虚拟与现实融通无边界的多元课堂教学和智能课堂教学。建立课堂观察、分析与评价的智能视角和智能课堂评价。基于课堂多模态数据，形成可持续改进的方案。三是智能评价，服务于学生个性化成长，围绕核心素养，推行多模态数据的、心理学测量模型与数据科学深度融合的智能化教育测评。四是智能治理，围绕服务人自由而全面发展的全过程，建立智能教育伦理评估与治理机制，开展社会实验，发现潜在风险并形成应对方案；制定发展公平和安全的智能教育政策、标准。针对孤独、自闭或者伤残人群，发展具有人性光辉的智能特殊教育。

“超限”——未来人才与未来大学

当前，人工智能、合成生物学、宇航科技、纳米科技、大脑认知等领域快速进步带来了人类社会的巨大变化，新的产业行业形态即将或已经开始涌现，跨学科超学科、跨专业超专业成为主流，因此，我们有理由去呼唤未来社会及产业行业所需要的未来人才。如，就工业而言，从低到高的工业的形态可以划分为 1.0 的蒸汽时代、2.0 的电气时代、3.0 的电子时代（信息时代）、4.0 的智能时代（信息物质融合）。社会与产业的发展对人才提出更高要求，4.0 的智能时代需要的是灵魂和思想能影响其他人的智慧者，可以称之为 4.0 人才。因此，思维训练和精神升华就尤为重要。对于人才培养的目标而言，在人工智能时代，我们培养的人才需要跳出只掌握知识点或某种生存技能的局限，真正成长为具有灵魂和思想的 4.0 人才。

满足上述培养目标，需要大学的升级和变革。笔者基于从事大学校级管理近 30 年的经验和感悟，对古今中外大学进行了比较：早期以文理学院为代表的经典教学型大学，即经院模式，可称为大学 1.0；后来出现的科研和教学融合的大学，即洪堡模式，可称为大学 2.0；在美国率先出现的科研领先、教学突出、服务社会的大学，可称为大学 3.0；随着多学科、跨学科融合，超学科的出现，人工智能与大数据、合成生物学、纳米科技、人脑与认知科学的快速发展，未来会出现以“超限”教育为特色优势的大学，可称为大学 4.0。所谓“超限”是指超越局限、界限和极限，超越离散知识点、单一思维模式、单一思维体系，用“最大的原则性+最大的灵活性”培养人才、推动创新。

【作者：中国工程院院士、华东师范大学校长】

（来源：微信公众号“中国高等教育”）

工程思维能力的培养：内涵、逻辑与路径

唐 浩 杨毅刚 安利强

摘要：《毕业生素质与职业能力要求》(GAPC) 全面界定了工科专业毕业生素质与职业能力，GAPC 的核心素质和能力是工程思维能力。培养学生的工程思维能力是新形势下工科专业教学改革的重要内容之一。本文梳理了工程实践中工程思维的典型特征，比较分析了技术、学术思维与工程思维的差别；立足工程教育专业认证视角，解析了通用标准毕业要求与全周期、全流程产品设计/开发方式的对应关系，分析了工程思维能力的核心——非技术工程能力相关毕业要求的内涵、达成评价中常见的问题及误区；最后，从创新培养理念、补齐非技术工程能力短板、开设与设计/开发密切相关的非技术类课程、设置 Capstone 课程等方面给出了一体化培养工科专业学生工程思维能力的路径。

关键词：工程思维能力；GAPC 工程教育专业认证；复杂工程问题；非技术工程能力

一、引言

2021 年 6 月，国际工程联盟 (International Engineering Alliance, 简称 IEA) 修订发布了第 4 版《毕业生素质与职业能力要求》(Graduate Attributes and Professional Competencies, 简称 GAPC)，对毕业生素质与职业能力要求作了全面的界定，这为持续改进工程教育专业认证工作提供了最新的国际基准。^[1]针对培养合格的工程师，新版 GAPC 对于“知识和态度”，特别强调跨学科知识运用、关注可持续发展、体现跨文化和包容性；对于“职业能力”，特别强调立足利益相关者视角解决复杂工程问题的能力、沟通与合作能力、专业发展和终身学习能力，GAPC 体

现了国际工程教育改革的新趋势。^[2]。

1. 工程思维能力是 GAPC 的核心素质和能力

GAPC 是国际工程界立足社会需求和工程实践的视角，以产出为导向，针对工程教育人才培养，所提出的毕业生素质和职业能力标准。GAPC 强调所培养的未来工程师除了具备技术性能力之外，还要重视个人特质，如交流、伦理、判断、责任和保护社会等非技术性能力；GAPC 强调面对不断变化的工程环境、技术变革和复杂问题，需要重点培养工科专业学生的工程思维能力，以及批判性思维、创新能力和终身学习能力，即培养毕业生具备解决复杂工程问题的能力。^[2]因此，解决复杂工程问题能力及非技术工程能力是 GAPC 核心内涵，工程思维能力是 GAPC 的核心素质和能力。

2. 工程思维能力是工程师的核心能力

工程关注的是如何在现有的资源和约束条件下低成本高效率地满足社会需求。工程实践中工程师需要遵循工程逻辑，凭借工程思维能力来解决复杂工程问题。工程思维是介乎于理论思维与工程之间的桥梁，纵览各类工程活动，工程师都是在工程思维的驱动和支配下从事工程实践，评价一个工程师是否合格，主要看其能否依据工程思维能力来解决复杂工程问题。^[3]工程思维能力的关键特征体现为构建，工程师善于勾勒新产品全貌、善于在约束性条件下作通盘设计、善于在多重目标中进行取舍，做到可交付、可使用，并满足开源节流。

3. 工程思维能力是现阶段工科毕业生的短板

针对培养工科专业学生的工程思维能力，许多工科专业开展了包括课程质量评价、改进在内的一系列教学改革，期望通过提升课程质量来达到 GAPC 的要求。提升课程质量，特别是提升面向“产出”的课程质量固然非常重要，但如果没有培养毕业生的工程思维能力，那么，毕业生与 GAPC 的要求仍然存在差距。在现阶段，

工程教育实践中仍然面临着这样一个窘境：我国工科专业的毕业生数量非常大，但是部分企业反映一些工科毕业生的素质和职业能力与行业、企业需求存在差距，虽然学校、专业根据毕业要求开展了面向“产出”的课程质量评价、持续改进，但社会、企业所感知到的是部分毕业生素质和职业能力并未体现出与教学改革付出同比例的改进和提升，部分企业甚至认为一些高校培养的工科毕业生缺乏与工程实践所适配的工程思维能力。企业为了让工科毕业生能够尽快掌握工程实践所遵循的思维方式和模式，需要就其工程思维能力进行再培训，培训合格后方可上岗。

出现以上问题的关键不是面向“产出”的课程质量评价、改进其本身的问题，显而易见，如果课程目标不能达到“产出”要求，那问题的性质就更为严重。必须清楚地看到，在现阶段已有课程的质量提升、改进并不等价于工程思维能力的提升，确保课程目标“底线”要求的达成并不等同于 GAPC“主线”要求的达成。

工程教育适应、支撑和引领未来产业发展，应关注毕业生素质和职业能力是否能够满足社会、行业的需求，考虑如何通过抓住 GAPC 的“牛鼻子”——工程思维能力的培养以实现 GAPC 的综合性、系统性培养。那么，什么是工程思维能力呢？工程思维能力与专业认证通用标准毕业要求是怎样的关系？有什么办法能有效地培养工科专业学生的工程思维能力，使得毕业生具备工程师职业胜任力？这是困扰工科专业教学组织和人才培养的问题，本文试图从工程逻辑和工程教育专业认证双重视角来探究这个问题，以期能为工程思维能力培养提供参考。

二、工程思维的内涵

工程思维是工程科技人员遵循工程逻辑从事工程实践活动时所采用的主导性思维方式。培养工科专业学生工程思维能力，首先需理清工程思维具体体现在哪些方面，工程思维能力的本质是什么。

1. 工程思维体现在创新评价中采用经济评价方式

采用工程思维时，评价一个新产品成败与否依据的是新产品经济回报的高低。企业技术创新的目的在于通过为客户创造价值以追求利润。技术创新的过程是将科学原理转化为技术方案，再将技术方案转化为产品解决方案，最终是以产品的形态投放市场并获取经济回报。在工程实践中，企业关注和追求的是新产品的经济回报，而非单纯地追求新产品技术水平的高低或学术价值的大小，因此，在衡量和评价新产品创新成败时若采用经济评价方式，就属于工程思维方式。

2. 工程思维体现在产品设计兼顾技术指标与经济指标

市场上的任何一件产品，均兼具技术和经济双重属性，产品解决方案是技术解决方案与商业解决方案的统一体。工程科技人员在设计/开发产品解决方案时，既要设计产品功能及技术指标，还需同步设计产品的经济指标（如产品成本构成、各环节成本数额、经济回报）。但是在产品设计、实现过程中，技术指标与经济指标两者常常会发生冲突，因此，两者不可彼此割裂而作独立设计。工程科技人员统筹兼顾技术与经济指标实施一体化设计，通过修改设计方案和实施经济决策，使两者都能达到设计要求，这种设计方式就属于工程思维方式。

3. 工程思维体现在产品设计需考虑内外部条件制约

在工程实践中，工程科技人员在设计/开发新产品时，需要考虑外部工程环境方面的各种非技术制约因素，并将其作为新产品设计/开发的边界条件。若设计/开发脱离边界条件约束，就只是一个纯技术且理想化的设计方案。因此，将外部工程环境方面的非技术制约因素纳入产品设计/开发的考虑范围，就属于工程思维方式。除此之外，工程科技人员在设计/开发新产品的过程中还需考虑企业内部中试、生产、销售、安装、服务、运营等内部实现各流程环节的制约因素。因此，工程思维

体现在设计/开发新产品不能脱离外部工程环境及内部实现流程的制约。

4. 工程思维的内涵及工程思维能力的本质

综上，工程思维源于工程实践，以工程实践为基础，强调理论与实践相结合，工程思维是一种基于工程的原则、逻辑、流程和方法，是一种遵循工程逻辑、流程的分析问题和解决问题的思维方式。在工程实践中采用工程思维，创新评价中采用经济评价而非仅用技术评价的方式，采用经济回报的大小而非学术贡献来衡量创新的成效；设计/开发解决方案需统筹技术指标与经济指标、考虑内外部需求，作评估、作平衡、作取舍、作优化。因此，工程思维是一种面向工程实践的思维方式，注重实际复杂工程问题的解决；工程思维是一种系统思维方式，而非某个单一方面的能力，体现为一种系统性、综合性的能力；工程思维是一种“形而上谓之道”的能力，是基于知识、经验、技术、资源、约束条件建构整体解决方案的方法论能力。当然，工程思维的内涵也在不断演化和持续丰富，产品思维、项目思维、用户思维等均属于工程思维的范畴。

工程思维能力本质上是一种基于工程思维方法系统解决复杂工程问题的综合能力，是工程知识、素质和能力融会贯通建构整体解决问题的能力，涉及对复杂工程问题的系统分析、平衡取舍、经济决策、设计/开发、实施评估的整体把握。在工程实践中，解决复杂工程问题需要考虑外部工程环境和内部全周期、全流程的制约，需要跨专业跨组织协作，工程思维能力也是一种跨界和协同能力。

三、工程思维与技术、学术思维的差别

企业与高校在创新模式、创新评价等方面存在差异，导致两者在思维方式上迥异。高校创新主要属于技术发明创造的范畴，遵循的是技术、学术思维模式；而企业创新主要属于技术创新的范畴，遵循的是工程思维模式。两者的区别如下：

1. 工程思维采用技术重用的产品设计/开发方式

在技术、学术思维模式下，设计/开发解决方案核心要求是理论、技术的先进性，用技术、学术价值来评价设计/开发解决方案的最终价值，采用“查重”“查新”的评价方式来判断是否具有技术、学术价值。在这种评价方式和价值导向下，产品设计/开发方式的典型特征是：强调技术方案的独创性、强调技术指标的领先性、强调使用全新技术、追求更高的学术水准、追求填补国内空白或达到国际先进水平、追求成果能在高级别学术期刊发表，等等，这是技术、学术思维的重要表征。

在工程思维模式下，设计/开发解决方案的核心要求是能够与社会等非技术制约因素相容，并要求产品设计/开发解决方案具有可靠性、稳定性、低成本，采用经济评价的方式来判断其商业价值。在这种评价方式和价值导向下，工程科技人员常常采用技术重复使用（技术重用）的产品设计/开发方式，不仅不进行“查重”“查新”，反而对新产品设计/开发解决方案有明确的“技术重用”比例要求，要求设计/开发解决方案中全新技术占比原则上不得超过 30%。这是因为，任何一个全新开发的产品即便经过多个环节严格测试和验证，新产品中仍会存在一些隐性的、发生概率较低的“设计缺陷”和“技术故障”，当新产品批量投入市场运行后，这些“设计缺陷”和“技术故障”会逐步自我暴露。这一过程对于社会、消费者和企业来说就是等待“定时炸弹”清除的时段，这一过程对企业的压力是巨大的。经暴露、排查、清除并经批量验证后的新产品平台、技术模块都是企业技术创新的“结晶”“财富”。如果新产品设计/开发能对这些平台和模块实现充分的“技术重用”，利用这些已经清除掉技术缺陷和故障的“结晶”，甚至明确要求新产品中这些平台和模块“技术重用”的比例，可降低失败风险、提高新产品的稳定性、可靠性。否则，当一个新产品中全新技术占比较高时，企业会陷入隐性“设计缺陷”“技术故障”的

泥潭。除此之外，“技术重用”也可以实现以最低的开发成本、最短的开发周期，开发出高性价比、高可靠性、高稳定性的新产品。工程实践中，许多优秀的企业新产品“技术重用”率达到 75%，部分企业甚至超过 85%。因此，工程思维采用“技术重用”的产品设计/开发方式，强调重复使用经过验证、成熟的公用技术平台和模块。

2. 工程思维采用全周期、全流程的设计/开发方式

在技术、学术思维模式下，设计/开发的核心任务是产品功能、技术指标的实现，新产品设计/开发环节采取独立构建的方式，设计/开发环节与后续的中试、生产、销售、安装、服务、运行环节相脱离。然而，工程实践中新产品开发则是由多个流程环节协同形成，在后端的中试、生产、销售、安装、服务、运行各环节中，每个环节的功效、成本都由前端的设计/开发环节所决定，在设计/开发环节就要统筹考虑其后每个环节的需求，设计/开发环节与后端环节协同形成新产品开发的全周期、全流程的工程逻辑。如果前端的设计/开发环节与后端环节相脱离，也就是不采用全周期、全流程的产品设计/开发方式，将会导致新产品开发流程“不断反复”（图 1）。

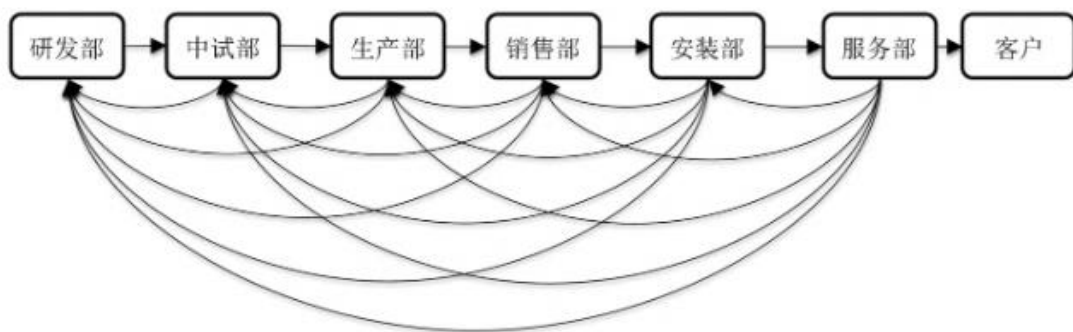


图 1 不采用全周期全流程的产品设计/开发业务流程图

在工程思维模式下，工程科技人员解决复杂工程问题，或设计/开发新产品，采用的是设计/开发环节与后端环节协同所形成的全周期、全流程的设计/开发方式。

设计/开发环节与其他流程环节的性能密切相关，在设计/开发环节就需要统筹考虑外部环境需求和内部流程制约，统筹考虑技术问题与非技术问题，系统解决各阶段各环节的逻辑关系和冲突，将技术与非技术、经济决策、工程管理等要求统一纳入到全周期、全流程的设计/开发解决方案中。因此，全周期、全流程的产品设计/开发方式不是一个纯技术、纯学术的问题，而是一个复杂工程问题。采用全周期、全流程的设计/开发方式，工程科技人员除了需要具备专业工程知识外，还需要理解、掌握本专业的的设计/开发流程及全周期、全流程的新产品实现过程，而这恰好是现阶段工科专业学生能力的薄弱环节。

3. 工程思维采用全周期、全流程的经济决策方法

在技术、学术思维模式下，新产品设计/开发追求技术的先进性，用技术、学术价值的高低来体现新产品的竞争性，新产品解决方案关注的是功能、性能和技术指标的实现，缺少或很少考虑市场调研、需求分析、商业设计、成本管控、经济可行性等经济因素。这种新产品解决方案往往是理想化的，在考虑了成本限额等经济因素后将变得不再可行。如果忽略成本限额、经济回报等要求，盲目投产的结果往往是产销不对路、达不到盈亏平衡点，最终以失败告终。

在工程思维模式下，工程科技人员设计/开发新产品解决方案除了需要考虑功能、性能、技术指标的先进性，还需考虑经济指标的竞争力。新产品解决方案既决定了技术指标的优劣，也决定了经济指标的好坏，两者偏废其一都是不合格的解决方案。这就需要对新产品解决方案进行设计修改以改变产品的成本构成与数额、功能与性能指标，在技术指标与经济指标中寻找平衡点，这就是工程实践中所采用的全周期、全流程的经济决策方法。工程思维模式下，经济决策是新产品设计方案与全周期、全流程作业环节成本核算、经济决策相融合的过程，工程科技人员通过分

析每一个作业环节的功能、成本消耗动因及成本形态，核算出变动成本总额、固定成本总额，并找到成本改善的环节；通过运用产品定价方法、盈亏平衡产品数量确定方法、投资回报决策方法等经济决策方法，找到相关经济指标的改进环节；最后，通过调整优化解决方案以达到经济与技术指标协同优化。

技术、学术思维是科学研究的主要思维方式，而工程实践则采用工程思维方式。“查新”“查重”与“技术重用”本没有对错之分，但错位使用就是错误！如果仅用技术、学术思维方式来考虑工程问题，将会带来设计/开发方案过度理想化、成本失控，甚至新产品失败等一系列问题，这也是高校科研成果难以转化的原因所在。

四、工程思维高度契合通用标准毕业要求

满足社会、行业需求是工程教育的“主线”，工程思维能力培养是工程教育的目标之一。《华盛顿协议》从 12 个方面对工科毕业生应掌握或具备的素质和能力提出明确要求。^[4]体现工程思维的全周期、全流程的设计/开发方式对工程科技人员的素质和能力要求与通用标准的毕业要求，都是针对工程实践的素质和能力要求，两者之间的关系如下：

1. 通用标准毕业要求与设计/开发方式对应关系

全周期、全流程的产品设计/开发方式一般可分为六个阶段，这六个阶段不是彼此割裂、相互独立的，而是将其全部纳入全周期、全流程的设计/开发过程中进行一体化集成设计。六个阶段对知识、素质和能力的要求与专业认证通用标准的 12 条毕业要求的对应关系如表 1 所示。

表 1 全周期、全流程设计/开发方式与毕业要求对应关系

阶段	设计/开发阶段任务	对应的毕业要求
概念阶段	实施产品策划和产品定义,考虑各种冲突因素,考虑经济、环境等各种制约因素,考虑产品与市场的相容性。	毕业要求 1:工程知识 毕业要求 3:设计开发解决方案 毕业要求 6:工程与社会 毕业要求 7:环境和可持续发展 毕业要求 11:项目管理
计划阶段	实施技术建模及总体设计,开展建模、仿真,进行产品全流程经济决策,判断是否具有开发价值。	毕业要求 1:工程知识 毕业要求 2:问题分析 毕业要求 11:项目管理
开发阶段	实施产品设计规划,设计产品解决方案,完成设计实现。	毕业要求 1:工程知识 毕业要求 3:设计开发解决方案 毕业要求 4:研究 毕业要求 5:使用现代工具
验证阶段	实施系统性测试,确保产品满足预期要求;开展极端环境下验证,判断风险危害。	毕业要求 1:工程知识 毕业要求 11:项目管理、经济决策 毕业要求 6:工程与社会 毕业要求 7:环境和可持续发展
发布阶段	实施大规模生产、销售。	毕业要求 1:工程知识
生命周期阶段	产品进入运行、维护、服务阶段,并根据经济回报决策是否终止。	毕业要求 6:工程与社会 毕业要求 7:环境和可持续发展 毕业要求 11:项目管理

2. 与工程设计流程能力相关的毕业要求的内涵

通用标准毕业要求非常注重工程设计流程能力的培养,12 条毕业要求与工程设计流程能力相关的毕业要求有 6 条,分别是毕业要求 2、3、4、5、6、7。

毕业要求 2 (问题分析),对应于全周期、全流程产品设计/开发方式的计划阶段,主要工作是完成建模及技术方案的总体设计,并进行系统仿真验证。

毕业要求 3 (设计/开发解决方案),对应于开发阶段,主要工作是完成系统解决方案的设计与集成。毕业要求 3 体现了设计/开发要以非技术约束作为边界条件的工程思维要求。

毕业要求 4 (研究),对应于开发阶段,主要工作是完成基础单元、模块的设计和实现,以及技术指标和功能的验证。

毕业要求 5（使用现代工具），虽然名称为“使用现代工具”，但实质内容是设计规划，其内涵包括三个层面的要求：掌握对技术开发、选择及使用的方法；掌握对资源开发、选择及使用的方法；掌握对现代工具开发、选择及使用的方法。这里的“选择”“使用”是对已有技术、资源、现代工具的“技术重用”，体现了工程思维关于“技术重用”的理念。毕业要求 5 对应于开发阶段，包括三方面工作：确定所需开发的技术模块、资源、现代工具平台；选择需重复使用的技术模块、资源、现代工具平台；确定需要外购的技术平台、仪器仪表及现代工具平台，并通过模块仿真作预测、模拟和验证。

毕业要求 6（工程与社会）和毕业要求 7（环境和可持续发展），其实质是设计验证，在完成设计/开发解决方案后，必须验证解决方案是否突破了原设定的非技术边界条件，并判断非技术边界条件被突破后可能引起的严重后果，这也是工程思维的具体要求。

通过以上分析可以发现毕业要求 2、3、4、5、6、7 对应于产品设计/开发的不同流程环节，尽管每一个毕业要求都有其自身的能力要求，但其相互间具有流程协同关系，解决复杂工程问题需要多项毕业要求的协同与综合。与工程设计流程能力相关的 6 条毕业要求（2、3、4、5、6、7）构建了一个全周期的设计流程（图 2）。

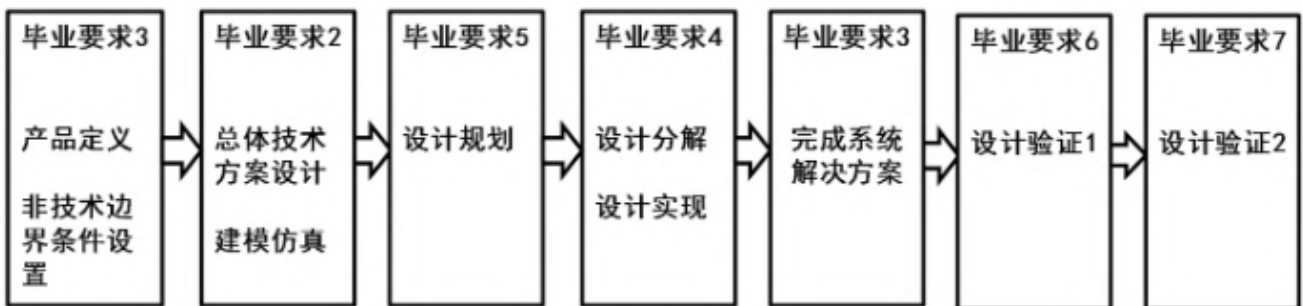


图 2 毕业要求与全周期设计流程关系

全周期设计流程从设计之初就要考虑非技术制约因素的冲突、模块及系统建模

的要求、设计规划的要求、设计/研究/开发/实现的要求、系统解决方案的要求，并且在完成解决方案后，还需验证解决方案是否突破了非技术边界条件等。这 6 条毕业要求对设计/开发全周期、全流程解决方案的能力提出了全面的培养要求。

3. 毕业要求的协同与综合体现了工程思维要求

与工程设计流程能力相关的 6 条毕业要求通过彼此间协同以解决复杂工程问题的流程，与基于工程思维模式的产品设计/开发流程方法论高度契合。进一步地，通过对比 12 条毕业要求与全周期、全流程产品设计/开发方式，可以发现 12 条毕业要求对毕业生知识、素质和能力的要求与全周期、全流程设计/开发方式对工程科技人员的知识、素质和能力的要求高度吻合，12 条毕业要求的分层支撑、彼此协同的关系与工程逻辑高度契合。简而言之，通用标准毕业要求是基于工程逻辑、工程思维所提出的针对复杂工程问题的系统解决方案，既包括非技术的制约、冲突的要求，也包括全周期、全流程的要求，特别是毕业要求 11 中还特意强调了工程管理原理及经济决策方法，这是解决复杂工程问题能力的重要内涵。通用标准毕业要求体现了工程逻辑的要求、工程思维的要求，以及全周期、全流程的产品设计/开发方式的要求，是联系工程教育与工程逻辑的桥梁。如果不具备工程思维能力，就难以悟出通用标准中各毕业要求项的深刻内涵，也就难以认识到不同毕业要求项之间所存在的协同性逻辑关系。

五、工程思维能力的核心——非技术工程能力

任何工程问题都不仅仅是单纯的技术问题，需要充分考虑各种非技术因素的约束以及技术与非技术的相容性。非技术工程能力是工程思维的核心，也是现阶段毕业要求达成的薄弱点。

1. 非技术工程能力毕业要求的重要内涵

12 条毕业要求中涉及非技术工程能力的有 8 条，这是遵循工程逻辑的结果，充分体现了工程思维的重要性。

工程素质的培养要求。毕业要求 8（职业规范）、毕业要求 9（个人与团队）、毕业要求 10（沟通）及毕业要求 12（终身学习）这 4 条非技术毕业要求属于对工程素质的培养要求。培养工程素质可以采取多种多样的形式，例如，第一课堂的课程培养，第二课堂的团队活动、社会活动培养，或者采取课程设计、创新实践、实践教学等方式，或者综合采用多种方式进行培养。

工程能力的培养要求。毕业要求 3（设计开发解决方案（部分））、毕业要求 6（工程与社会）、毕业要求 7（环境和可持续发展）、毕业要求 11（项目管理）这 4 条非技术毕业要求属于对工程能力的培养要求。^[5]这 4 条非技术能力要求均与设计过程密切相关，属于设计流程的重要组成部分。非技术工程能力作为解决复杂工程问题能力的重要组成部分，与工程设计密不可分，与专业技术能力不可分离，它们互为支撑，通过协同与综合来解决复杂工程问题。因此，对非技术工程能力的培养不能脱离专业技术、工程思维、工程设计。

2. 非技术工程能力毕业要求达成存在的问题和误区

一是完全照抄、照搬 12 条毕业要求，由于缺少或不具备工程思维，不能全部理解通用标准毕业要求的真实内涵，仅从字面意思教条地理解毕业要求，特别是对非技术工程能力的毕业要求理解不深，将非技术工程能力与设计开发过程完全割裂；二是一些专业在设立内涵观测点（指标点）的能力要求时，只是将通用标准毕业要求按标点符号或仅在文字层面进行了分解，由于对毕业要求的真实内涵缺乏深刻理解，所分解的毕业要求内涵观测点的能力要求不能覆盖通用标准的要求。由于课程目标是以毕业要求及其内涵观测点的能力要求为产出导向，无论是“不能全部理解

通用标准毕业要求的真实内涵”的问题，还是“所分解的毕业要求内涵观测点的能力要求不能覆盖通用标准要求”的问题，都有可能出现“产出”导向的错误，会直接影响到非技术支撑课程的内容设置和课程目标的能力确立，从而导致所设置的课程及课程目标难以支撑通用标准毕业要求的能力要求。三是部分工科专业由于理解上的误区，在培养非技术工程能力方面主要存在两个误区，误区一：不理解经济决策方法的真实内涵，用“经济学原理”或“资金投资”等宏观经济类课程来支撑工科经济决策方法；误区二：不理解工程管理的真实内涵，用“现代企业管理”或“管理学”等企业管理类课程来支撑工程管理原理。

部分工科专业由于对通用标准毕业要求的真实内涵理解不深，对工程思维能力的核心——非技术工程能力毕业要求的支撑和培养形同虚设，支撑毕业要求（或毕业要求内涵观测点）的课程内容不能面向“产出”要求，影响到工科专业学生解决复杂工程问题能力、GAPC 能力、工程思维能力的培养。

六、工程思维能力培养的路径

工程教育的目标是培养学生工程思维方法以解决复杂工程问题。工程思维能力与解决复杂工程问题能力在本质上是统一的，逻辑上是一致的。

1. 树立正确的工程思维培养理念

工科专业学生毕业后的主要去向是进入行业、企业从事技术创新和工程实践。行业、企业遵循的是工程逻辑、工程思维模式。工程教育的培养理念和价值导向应与工程思维要求相匹配。建议工科专业开设“工程概论”类非技术工程知识课程，在该课程中应结合本专业的工艺流程，结合工程逻辑方法着重讲授设计/开发流程的工程管理方法，以及设计/开发过程中的经济决策方法，培养学生的工程思维能力，对毕业要求 3、6、7、11 的产出要求可起到支撑效果。

2. 培训并提升工科专业教师的工程思维能力

现阶段工科专业教师的工程背景较为薄弱，对工程逻辑、工程思维理解不深，很难准确把握通用标准毕业要求的真实内涵，特别是不同毕业要求之间的逻辑和协同关系。工科专业教师在学生能力培养的过程中起着示范引领的作用，培养学生工程思维能力，首先要求工科专业教师需具有工程思维，工科专业教师不仅需要熟练掌握本专业的设计/开发流程与工程项目管理原理及经济决策方法，还要不断丰富自身工程实践经历，走进企业产品研发和运营的真实情景，通过流程穿越、“影子培训”等方式，熟悉企业运作方式，熟悉全周期、全流程产品设计/开发方式。只有教师真正理解并掌握工程思维方法及能力，才会在教学中将其传授给学生。^[6]

3. 补齐工程思维能力的核心——非技术工程能力短板

培养非技术工程知识、能力不能脱离专业技术、工程思维、工程设计。基于此，针对毕业要求 11“工程管理原理”“经济决策方法”，不建议由经管学院或商学院承担该非技术工程能力的培养及评价，而由工科专业学院结合产品设计/开发流程、工程逻辑、工程设计，进行非技术工程能力的培养及评价。

(1) 经济决策能力的培养

经济决策能力是工程思维能力的重要组成部分。经济决策属于工科范畴，是与专业知识不可分割的设计/开发方法，是工科专业的设计类课程，建议由工科专业学院开设，系统教授经济决策的原理及应用方法。

基于工程逻辑培养经济决策能力。将工程实践对于经济决策能力的要求映射为工科专业的培养目标、毕业要求、课程方案，使学生掌握经济决策方法及能力。第一，培养产品成本识别及核算能力。第二，培养在全周期、全流程的过程中进行经济决策的能力，对本专业产品设计/开发、生产、服务、运行等环节进行成本设计、

优化、决策，掌握通过修改或调整设计方案使得各作业环节成本降低、产品经济回报最大的方法。^[7]第三，在设计类、创新实践类课程中增设经济决策课程内容和要求。

(2) 工程管理原理能力的培养

“工程管理原理”的核心是对本专业全周期、全流程产品设计/开发流程的管理。全周期、全流程产品设计/开发流程与专业知识是不可分割的，是该工科专业的本质内涵，而非传统意义上的通识课知识。设计/开发流程工程管理的原理及应用方法课程建议由专业学院开设。培养学生掌握对本专业全周期、全流程产品设计/开发流程管理的能力，即掌握从产品定义（满足内外部需求、非技术约束条件），到建模、仿真、设计规划、设计分解、设计实现、设计验证、生产工艺、规模生产、运行、维护、生命周期管理、经济回报决策的全过程管理，掌握通过设计/开发解决方案使以上各环节整体最优。^[8]

4. 毕业要求能力的协同与综合

通用标准毕业要求体现了工程思维的要求，并充分考虑了跨专业领域综合能力培养的问题，可以通过跨课程的综合、技术与非技术的融合来培养工程思维能力。

通过跨课程的综合来培养工程思维能力。12 条毕业要求包括方方面面的素质和能力，是一个有机的整体而非彼此独立的 12 条^[9]，但现阶段一些专业仅采用化整为零的方式，通过毕业要求内涵观测点的若干支撑课程来逐一支撑、培养这些综合的素质和能力。这些独立课程是知识、能力的“孤岛”，若不通过综合性的、跨课程的训练、培养，知识、能力的“孤岛”不会自然形成解决复杂工程问题的综合能力。跨课程的综合是培养工程思维能力的重要途径，工科专业需逐步转为追求系统性毕业要求的达成。

通过技术与非技术的融合来培养工程思维能力。在设计/开发解决方案时需要考虑非技术因素的制约和冲突，考虑技术方案与非技术因素的相容性，这需要借助方法论来解决跨专业领域（专业技术与非专业工程技术）的综合问题。12 条毕业要求是技术与非技术要求的综合，并充分考虑了解决跨技术与非技术领域综合能力的培养问题。12 条毕业要求之间的逻辑关系、协同关系其本身就体现了工程思维方法和解决复杂工程问题能力。

5. 通过设置 Capstone 课程来评价工程思维能力达成

解决复杂工程问题的能力是工程思维能力培养的核心目标，对基于工程思维解决复杂工程问题能力的达成评价就是对毕业要求系统性达成的评价。由于 12 条毕业要求具有相互协同、相互支撑、不可拆分的逻辑关系，欧美国家的大学工科专业在毕业要求达成评价时，常常采用系统性达成评价的方式。所谓系统性达成评价，就是通过开设一门跨课程、跨专业技术与非技术，以项目设计/开发为载体的核心课程，来对全部毕业要求进行达成评价，这种核心课程称之为 Capstone 课程，也被称为“顶点课程”。通过“顶点课程”达成评价，可实现对学生 12 条毕业要求是否达成做出系统性评价。系统性评价实施的关键是设计出 Capstone 课程。Capstone 课程目标应包括：培养学生初步掌握运用跨不同课程、跨不同毕业要求、跨技术与非技术，甚至跨专业的知识的综合能力，能够理解、掌握解决复杂工程问题的流程、方法。Capstone 课程内容的设置，可跨学期设置，以项目开发流程为课程轴线，充分体现毕业要求 2、3、4、5、6、7 之间的协同关系，并将毕业要求 11 的工程管理原理、经济决策方法等非技术工程能力要求融入设计/开发流程，并形成系统性、综合性的解决复杂工程问题能力的达成评价方式，使课程目标的达成评价直接面向综合性的毕业要求产出。

作者简介：唐浩，西北师范大学商学院副教授，工学博士；杨毅刚，大唐电信科技产业集团原副总裁、教授级高工；安利强，华北电力大学（保定）教务处处长、教授。通讯作者：杨毅刚。

（来源：微信公众号“高等工程教育研究”）