

工程教育认证背景下课程体系的制定与优化

——以河北工程大学食品科学与工程专业为例

刘美玉, 刘娜, 桑丹

(河北工程大学 生命科学与食品工程学院, 河北 邯郸 036038)

[摘要] 课程体系是本科人才培养目标达成的重要承载者,是保障培养质量的关键环节。该文以河北工程大学食品科学与工程专业为例,研究工程教育认证背景下该专业课程体系的制定,结合国家标准、学校定位和专业特色,从数学与自然科学类课程,工程基础类、专业基础类与专业类课程,工程实践与毕业设计(论文),人文社科类课程等四方面,剖析课程体系的制定过程,并提出了优化方法和举措,为食品科学与工程专业2021版培养方案的修订提供重要支撑。

[关键词] 认证;课程体系;制定;优化

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2022.01.017

[中图分类号] G 642.0

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2022)01-106-07

工程教育认证是由专业性认证机构组织工程技术领域的学术专家和相关行业的技术专家,以该行业工程技术人员应具备的职业资格为要求,对相关专业的工程教育质量进行评价,并提出改进意见的过程^[1]。此即《华盛顿协议》的实质,该协议承认签约国所认证的工程专业培养方案具有实质等效性,可实现工程学位互认,促进工程师跨国执业^[2-3]。目前,工程教育认证在国际上很多国家已经开展,有效促进了工程教育的发展^[4]。

中国于2013年1月提交了加入《华盛顿协议》申请,2016年6月2日成为正式会员,这对提高我国工程教育质量和国际竞争力具有十分重要的作用^[5]。在教育部认证委员会指导下,工程教育认证向全国推行。对于食品科学与工程专业,目前已有35所高校通过了认证,其中2007年2所高校最早通过认证,2008年1所大学通过认证,2010年3所,2011年1所,2012年2所,2014年1所,2016年1所,2017年4所,2018年5所,2019年9所,2020年5所。人们对专业认证的重要性有了更深刻的认识,毕业证书互认使我国高等教育与国际接轨,并提高了学校与专业的知名度,同时改善了硬件条件,规范了软件实施,为教师科研提供了平台,促进了教学质量的提高。

认证的三个基本理念是成果导向、学生中心、持续改进^[6]。认证标准的核心内涵是建构“成果导向”的人才培养体系,并持续改进。成果导向教育模式

是教学设计和实施的目标通过学生的学习成果实现,学习成果再反馈到教学,以改进原有的教学计划,如此反复^[7-8]。河北工程大学是国家一流大学建设二层次高校、省重点骨干大学,其食品科学与工程专业是省级一流本科专业建设点。本文以我校该专业的课程体系改革为例,分析专业认证对课程体系的要求,研究成果导向的课程体系构建内容,为培养方案的修订提供依据。

一、食品科学与工程专业认证课程体系制定的依据和思路

课程体系是在一定的教育价值理念指导下,将课程的各个构成要素加以排列组合,使各个课程要素在动态过程中统一指向课程体系目标的系统^[9-10]。课程体系制定需面向人才需求,立足行业特色,结合专业特点,优化课程体系和教学内容,以实现人才培养目标有效达成。本专业认证课程体系制定的依据主要有四方面,如表1所示。

表1 专业认证背景下课程体系构建的依据

序号	依据标准	备注
1	工程教育认证通用标准	简称“通用标准”
2	食品科学与工程专业补充标准	简称“补充标准”
3	食品科学与工程专业本科教学质量国家标准	简称“国家标准”
4	学校定位和专业特色	复合型应用人才

[投稿日期] 2021-12-01

[基金项目] 教育部新农科研究与改革实践项目(编号: SJ210130120);河北工程大学教育教学研究重点项目(编号: 11BZZ047)

[作者简介] 刘美玉(1968-),女,河北临漳人,博士,教授,研究方向:食品加工与功能性食品;

通讯作者:刘娜(1964-),女,河北辛集人,硕士,教授,研究方向:动物性食品检验。

依据上述标准,建立起在专业认证背景下能突出特色、支撑培养目标和毕业要求的课程体系。河北工程大学教学规划要求每4年修订一次培养方案,其中课程体系设计是核心内容,构建以成果为导向的教学课程体系思路,如图1所示。

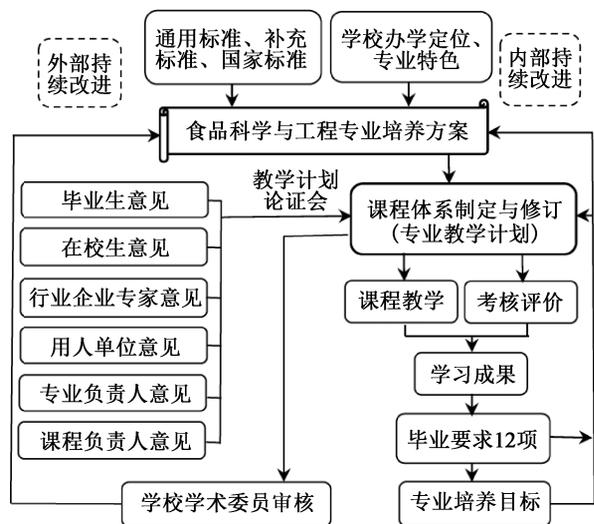


图1 成果导向的教学课程体系构建思路

课程体系的设计在培养目标指导下进行,其制定和修订过程中需要广泛收集学生、用人单位、行业专家、专业负责人等的反馈意见,以及毕业要求和培养目标的达成度,及时更新课程内容。新课程体系

经过教学委员会审议、审批,最终形成培养方案,并下发到学院贯彻执行。培养方案需要通过教学过程达成毕业要求,实现培养目标。包含校外、校内、课内等循环过程,整个过程体现了持续改进和不断完善的良性循环。

二、课程体系构建的主要内容

课程是实现毕业要求的基本单元,课程体系应围绕培养目标,实现全员全程全方位育人^[11-12]。根据工程认证通用标准把课程体系内容分为以下四种类型,每种类型课程设置的总学分和课程范围应符合通用标准和专业补充标注的要求。

(一) 数学与自然科学类课程

通用标准中规定了该类课程的总学分要求;补充标准1.1.1中规定了课程的范围,如表2所示。

以上述标准为依据,我校食品科学与工程专业的数学与自然科学类课程和学分设置见表3。该类课程共10门课,总学分为33.5学分,占毕业要求总学分(180学分)的18.81%,满足了通用标准中 $\geq 15\%$ 的要求,同时满足补充标准1.1.1中的课程设置要求。这些课程均设为必修课,保证了学生选课学分可以达到基本要求。

表2 通用标准和补充标准对数学与自然科学类课程的要求

标准类别	具体要求
通用标准	必须包括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%)。
补充标准 1.1.1	数学课程包括高等数学、线性代数、概率论和数理统计;自然科学类课程包括物理学、无机化学、有机化学、分析化学和物理化学;生物科学基础课程应包括生物化学等。

表3 数学与自然科学类课程

分类	数学类课程				自然科学类课程					
	高等数学 I	高等数学 II	线性代数	概率论和数理统计	大学物理	物理化学	无机化学	分析化学	有机化学	生物化学
课程名称	高等数学 I	高等数学 II	线性代数	概率论和数理统计	大学物理	物理化学	无机化学	分析化学	有机化学	生物化学
学分	4.5	4.5	2.5	2.5	4	3	3	3	3.5	3

(二) 工程基础类、专业基础类与专业类课程

通用标准中规定了该类课程的总学分要求和各种能力的培养要求;补充标准1.1.2—1.1.4中规定了课程的具体范围,如表4所示。

以上述标准为依据,我校本专业该类课程和学分的设置如表5所示。工程基础类课程6门,11.5学分;专业基础类课程8门,16学分,这两种课程体现了“数学和自然科学在本专业应用能力培养”,并满足补充标准1.1.2和1.1.3中课程设置的要求。

专业类课程中限选课14门,29学分,限选课为专业核心课程,对毕业要求起到了强支撑作用;同时设置了多门选修课供学生选择,要求至少修够6.5学分,以拓宽知识面,保证选修课程支撑全体学生达成毕业要求。这些课程设置体现了“系统设计和实现能力的培养”,并满足补充标准1.1.4专业类课程设置的要求。

这三类课程共56学分,占总学分的31.11%,满足通用标准中 $\geq 30\%$ 的要求。

表4 通用标准和补充标准对数学与自然科学类课程的要求

标准类别	具体要求
通用标准	必须包括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培养,专业类课程能体现系统设计和实践能力的培养。
补充标准 1.1.2	工程基础类课程可自行设置课程,但必须包含以下知识领域: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。
补充标准 1.1.3	专业基础类课程可自行设置课程,但必须包含以下知识领域:食品原料与成品中各种成分的化学性质、营养特性、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、组织变化;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。
补充标准 1.1.4	专业类课程可自行设置课程,但必须包含以下知识领域:食品加工工艺、技术质量及安全控制技术、加工机械与设备、食品生产车间与工厂设计、食品产品开发、食品管理、食品法规、食品贸易、食品流通、营养与健康、加工与环境等。

表5 工程基础类、专业基础类与专业类课程和学分

分类		工程基础类课程							
课程名称	大学计算机 I	大学计算机 II	工程制图	工程伦理	食品工程原理	食品技术原理			
学分	1.5	1.5	3.0	0.5	3.0	2.0			
分类		专业基础类课程							
课程名称	食品科学导论	食品化学	食品微生物学	食品营养学	食品分析	食品原料学	食品毒理学	食品免疫学	
学分	1	2.5	3	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	
分类		专业类课程(限选课)							
课程名称	食品机械与设备	食品工厂设计	粮油加工工艺学	畜产品加工学	果蔬加工学	食品添加剂	食品质量与安全管理	食品技术原理	发酵食品工艺学
学分	2	2	2.5	3	2	2	2	2	2
课程名称	企业管理	市场营销	仪器分析	试验设计与统计分析	文献检索及科技论文写作				
学分	1.5	1.5	2.5	2.5	1.5				
分类		专业类课程(选修课)							
课程名称	功能性食品	食品感官检验	软饮料工艺学	食品包装学	食品标准与法规	专业英语	食品安全风险评估	动植物检验检疫	食品工程新技术
学分	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

(三) 工程实践与毕业设计(论文)

通用标准规定了该类课程的总学分和多种能力培养的要求;补充标准 1.2 和 1.3 分别对实践环节和毕业设计(论文)做了具体要求,如表 6 所示。

以上述标准为依据,我校本专业工程实践与毕业设计(论文)的课程和学分如表 7 所示。独立设置的课程实验共 8 门,6 学分;独立设置的实践环节共 14 门,34.5 学分,其中毕业设计占 12 学分。这些课程设置满足了通用标准中设置完善的实践教学体系、培养学生实践能力和创新能力的要求,并满足补充标准 1.2 实践环节的要求。

毕业设计选题多数来自食品企业,设计内容有工艺流程设计、生产车间设计、工厂平面设计等。内

容最低要求:一个总装图,两个部装图,四个典型零件图;工作量折合成 3 张 0 号图幅,设计说明书 12 000 字,中英文摘要 400 字。毕业论文选题多来自教师科研项目或企业产品问题,进行产品研发、并要求附加一个小设计如包装设计等。这些设置体现了补充标准 1.3 中毕业设计全过程的要求。

工程实践与毕业设计两部分共 40.5 学分,占总学分的 22.5%,满足通用标准中 $\geq 20\%$ 的要求。

(四) 人文社会科学类通识教育课程

通用标准中规定了人文社会科学类通识教育课程的总学分要求和课程设置的目的是,如表 8 所示。

根据我校培养方案修订的原则,把人文社会科学类通识教育课程分为思政、创新创业、军体、工具

基础、公共艺术、文化素质等六个课组,设置19门课程,共50学分,占总学分的27.78%,满足通用标准对人文社会科学类通识教育课程的要求。

职业道德、环保意识、合作精神与协调能力等是

学生的非技术能力,在12项毕业要求中有6项对这些能力提出了要求。系统学习人文社会科学类课程,可锻炼和提高学生的人生观、价值观、合作创新和竞争意识等非技术能力。

表6 通用标准和补充标准对工程实践与毕业设计(论文)的要求

标准类别	具体要求
通用标准	必须包括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
补充标准 1.2	实践环节必须包含的环节:课程实验、课程设计、认知实习或金工实习、生产实习、毕业实习。
补充标准 1.3	毕业设计应有反映工业化生产规模与水平的食品工厂、设备、工艺设计图纸。以产品开发为主的毕业设计,应达到工业化生产要求。毕业论文应以解决工业化生产问题需求为目的。毕业设计或论文的工作量应在12周以上。毕业设计内容应包括资料搜集,技术方案选择,工艺计算,典型设备的选型和计算,工程图纸绘制,设计说明书,结题答辩等;毕业论文内容应包括资料搜集,实验方案制定,实验数据采集和处理,论文撰写,结题答辩。

表7 工程实践与毕业设计(论文)的课程和学分

分类	独立设置的课程实验							
课程名称	物理实验	生物化学实验	食品微生物学实验	食品化学实验	食品分析实验	粮油加工工艺学实验	畜产品加工学实验	发酵食品工艺学实验
学分	1	1	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5
分类	独立设置的实践环节							
课程名称	工程训练	食品工程原理课程设计	食品工艺教学实习	食品机械与设备课程设计	食品检验检测综合实训	食品工艺综合实训	食品工厂设计课程设计	营养实操训练
学分	1	1	2	1	2	2	1	1.5
课程名称	食工专业认识实习	食品质量与安全课程训练	就业指导讲座	食品前沿课题专题讲座	毕业实习(在企业完成)	毕业设计(论文)		
学分	1.5	2.5	1.5	1.5	4	12		

表8 通用标准对人文社会科学类通识教育课程的要求

标准类别	具体要求
通用标准	必须包括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。

三、课程体系优化的方法和措施

(一) 建立课程体系与毕业要求指标点关联矩阵,优化课程设置

合理的课程体系设计应以学生毕业要求的达成作为依据,确定课程体系结构,设计课程内容、教学方法和考核方式。以成果为导向,采取“反向设计、正向实施”方法^[13-15],分解毕业要求、优化课程体系。具体操作方法见表9。

方法2实施过程中,合并或去掉了不支持指标点的课程;增加了工程制图的课时(使课程内容包含CAD制图),新增食品工程新技术课程;将实验内容多的课程独立于理论课程外,单独设置实验课程;设置食品工程原理课程设计、食品机械与设备课程设

计等工程设计课程,以满足培养本专业学生工程技术能力的需要。方法3实施过程中,确定了每门课支撑的毕业要求指标点,例如食品工厂设计课程目标支撑表10中的3-2、5-1、6-1、8-1、11-1等五个毕业要求指标点,进而确定教学大纲、课程内容和教学方式,保证学生掌握相应的知识和技能,同时避免相近课程教学内容重复、教学内容与毕业要求脱节。

根据我校培养方案制定规则,把通用标准中的四大类课程分解为通识教育课程模块、专业教育课程模块、第二课堂模块,每个模块又分成多个课程组,每个课组包括多门课程。本专业课程体系与毕业要求指标点的关联矩阵如表10所示。从表中可以看出课程和毕业要求指标点之间的支撑关系,每门课在课程体系中所处的位置和作用。

表9 分解毕业要求、优化课程体系的方法

方法	具体实施
方法 1	把支撑培养目标的 12 项毕业要求分解为可衡量、可教学、可评价的若干指标点, 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。
方法 2	围绕毕业要求的各个指标点, 调整、修改课程设置, 使每项毕业要求指标点都有几门课程支撑, 并且课程目标与毕业要求指标点对应。支持毕业要求的所有课程都应将“解决复杂工程问题”的能力培养作为教学目标, 各类课程各司其责, 共同支撑该能力的达成。
方法 3	确定每门课程支撑的毕业要求指标点, 保证课程内容与教学方式能有效实现课程目标, 课程考核结果能够证明课程目标的达成情况。

表 10 食品科学与工程专业课程体系与毕业要求指标点的关联矩阵(部分)

课程模块	课程名称	毕业	毕业			毕业			毕业			毕业																	
		要求 1	要求 2	要求 3	要求 4	要求 5	要求 6	要求 7	要求 8	要求 9	要求 10	要求 11	要求 12																
		1-1	1-2	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	4-1	4-2	4-3	5-1	5-2	6-1	6-2	7-1	7-2	8-1	8-2	9-1	9-2	10-1	10-2	10-3	11-1	11-2	12-1	12-2	
通识教育课程模块	思想道德修养与法律基础	√														√													
	马克思主义基本原理概论	√																											
	√																											
	工程制图					√																							
	工程训练						√															√	√	√					
	食品科学与导论						√				√																		
	专业教育课程模块	食品微生物学			√																								
		食品机械							√																				
		食品工厂设计							√																				√
																												
毕业实习																													
毕业论文																												√	
第二课堂模块	入学教育																											√	
	劳动实践																											√	
																												

(二) 建设校内实验实训平台和校外实习基地, 强化工程实践与创新能力

本专业拥有“河北省动物源食品安全检测技术工程实验室”等 4 个省部级平台和“邯郸市天然产物与功能食品开发重点实验室”1 个市级科研平台, 并建成 5 种口味的啤酒实训线、果汁饮料实训线、纯净水实训线, 以及肉制品加工、酸奶、蛋糕、面包加工单元等; 同时与“晨光生物”“君乐宝乳业”等十几家企业签订了实习基地协议, 为学生工程实践能力、创新创业能力培训奠定基础。在课程设置时就特别注重学生创新创业能力的培养, 开设了“第二课堂模块”; 并在通识教育课程模块中设有“创新创业课组”, 包

括大学生职业生涯规划等 8 门必选课和任选课, 并新开设“大学生创新创业课程”, 共 32 学时, 为必修课, 2018 级学生开始全部上课。

学校、学院积极为大学生创新能力培养创造各种条件。由学院出资, 每年组织一次食品科学与工程专业大学二年级学生全员参加的创新创意大赛, 注重团队合作, 各司其职, 设置一、二、三等奖及优秀奖等, 并作为培育项目, 申报省级、国家级创新创业项目; 我院从大一一开始就实行本科生导师制, 学生在导师指导下申报创新项目, 参加国家、省级和社会团体设立的创新创意大赛, 如互联网+、燕京杯、温氏杯等创新创业大赛, 并和晨光生物科技集团股份有限公司合作成功举办了“晨光杯”创新创业大

赛,增强了学生的创新创业能力。

(三) 加强青年教师工程实践锻炼,聘请企业专家进校讲课

一些高校食品科学与工程专业严重缺乏既有工程背景,学术水平又高的教师^[16],我校也不例外。新进教师多为博士,但缺乏工程实践能力,影响了工程教学质量。针对上述情况,我校规定青年教师至少有半年企业实践的经历;学院要求新进博士必须在企业实践一年、并在实验室锻炼半年以上才能上台讲课,以增强教师的工程实践经验,提高教学质量。同时积极引进企业专家进学校、进课堂,为本科生授课,如邀请晨光生物、河北乐寿鸭业有限责任公司的技术专家为本专业学生上课,取得了良好的效果;实施校外、校内双导师制,聘请企业专家担任毕业生的指导老师,以生产实践中出现的技术难题作为毕业设计(论文)的研究题目,鼓励学生在生产实践中完成毕业设计。

(四) 提高毕业设计的比例,加强课程考核的过程管理

针对之前毕业生主要以毕业论文为主的问题,采取一定措施,规定每位教师所带的学生中必须有50%以上做毕业设计,逐步增强了学生的工程意识和解决复杂工程问题的能力。督促教师进行课程考试改革,注重过程管理和过程考核,加大平时作业、课堂练习、教学实践等环节在总成绩中的比例;并且期末试卷减少死记硬背的客观题,增加主观题的数量。充分调动学生主动参加课程教学的各个环节的积极性,培养学生综合应用所学知识解决实际问题的能力。

四、结语

按照工程认证通用标准和补充标准的要求,我们结合国家标准、学校定位,修订和完善了本专业的课程体系,该课程体系注重基础理论知识学习,强化工程训练实践教学,重视工程实践能力、创新创业能力和人文素养的培养,以提高毕业要求的达成度,实现培养目标。工程教育专业认证是一个以学生为中心、以成果为导向、持续改进的过程,课程体系建设也应该持续改进和逐步完善,对教学活动、毕业要求、培养目标实施持续有效的改进,形成校外、校内、课内三个良性循环过程,从而不断提升我校食品科学与工程专业人才培养质量。

参考文献

- [1] 王卫东,孙月娥.基于工程教育专业认证的食品科学与工程课程体系[J].教育教学论坛,2018(10):68-71.
- [2] 张华,赵电波.食品工程专业课程体系改革探索[J].郑州航空工业管理学院学报(社会科学版),2014,33(6):172-176.
- [3] 蔡为荣,郭玉宝,季长路,等.工程教育专业认证理念下应用型食品科学与工程专业人才课程体系构建——以安徽工程大学食品科学与工程专业为例[J].现代食品,2019(19):17-24.
- [4] 杨永斌,李佩琳,刘曼君.世界工程教育认证的发展趋势[J].高等工程教育研究,2019(05):5-10.
- [5] 王娜.中国大陆高等工程教育专业认证的发展历程与展望[J].高等理科教育,2011(01):64-66.
- [6] 李志义.解析工程教育专业认证的成果导向理念[J].中国高等教育,2014(17):7-10.
- [7] 吴秋凤,李洪侠,沈杨.基于OBE视角的高等工程类专业教学改革研究[J].教育探索,2016(5):97-100.
- [8] 唐仕荣.专业认证背景下的食品科学与工程专业毕业设计的探索与实践[J].安徽农业科学,2019,47(09):280-282.
- [9] 罗丹.课程建设:高等教育质量提升的关键[J].高等工程教育研究,2011(03):140-146.
- [10] 陈杰,曾思益,黄文卫.基于网络教学平台的教学课程改革与实践研究[J].教育教学论坛,2018(15):85-87.
- [11] 中国工程教育认证协会.中国工程教育认证通用标准(2020版)[EB/OL].(2020-2-8)[2021-11-15].<https://www.ceeaa.org.cn/gcyjzyrzh/rzcxjzb/gjwj/gzzn/index.html>.
- [12] 中国工程教育认证协会.中国工程教育认证材料类专业补充标准(2020)[EB/OL].(2020-2-8)[2021-11-16].<https://www.ceeaa.org.cn/gcyjzyrzh/rzcxjzb/gjwj/gzzn/index.html>.
- [13] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(01):27-37.
- [14] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [15] 林健.如何理解和解决复杂工程问题——基于《华盛顿协议》的界定和要求[J].高等工程教育研究,2016(05):17-26.
- [16] 黄群,郑宝东,曾绍校,等.新工科建设背景下食品科学与工程专业实践教学改革的初探[J].食品工业,2019,40(08):231-233.

[责任编辑 李瑞萍]

Construction and Optimization of Curriculum System Based on Engineering Education Accreditation

——Taking the Food Science and Engineering Major of Hebei University of Engineering as an Example

LIU Meiyu, LIU Na, SANG Dan

(College of Life Science and Food Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: The curriculum system is the carrier to achieve the training goals and the key to guarantee and improve the quality of education. This paper takes the food science and engineering major of Hebei University of Engineering (HUE) as an example to discuss the construction and optimization of the food science and engineering curriculum system based on engineering education accreditation. Based on the four modules, such as the module of mathematics and natural science courses, the module of engineering basics, professional basics and professional courses, the module of engineering practice and graduation design (thesis), and the module of humanities and social science courses, this paper has elaborated the process of designing the curriculum system and put forwards some optimizing methods. Considering the national standards, the orientation of HUE, and specialty features, this paper also lays a solid foundation for the revision of the cultivation plan for undergraduates Majoring in food science and engineering (2021).

Key Words: accreditation; curriculum system; formulation; optimization