新工科背景下物联网工程专业建设质量评价体系的构建与应用

林如丹
（赣南医科大学医学信息工程学院，江西 赣州 341000）

摘 要：物联网工程作为新工科背景下的战略性新兴学科，在全国已广泛设立，并在智慧医疗、智能制造等领域展现出重要价值。然而，其快速发展的外在规模并未带来质量建设的同步提升，培养目标、课程体系、实践教学和质量保障机制等方面仍存在不足，尤其在医学类高校，如何突出“医工融合”的特色成为亟须解决的问题。本研究以成果导向教育（Outcome-based education，OBE）、利益相关者理论和高等教育质量保障理论为基础，构建了由6个一级指标、22个二级指标组成的物联网工程专业建设质量评价体系。本研究综合运用了文献分析、问卷调查、德尔菲专家咨询法与层次分析法（Analytic hierarchy process，AHP），并以赣南医科大学为案例开展实证验证。结果显示，实践教学与学生发展是决定专业质量的关键因素，该体系能够有效揭示优势与短板，并为持续改进提供路径。本研究可为医学类高校推进医工融合人才培养和促进工程专业质量保障体系建设提供参考。

关键词：物联网工程；新工科；质量评价体系；成果导向教育；医工融合
中图分类号：G64 **文献标志码**：A **文章编号**：2097-7174（2026）09-0882-06
DOI：10.3969/j.issn.2097-7174.2026.09.015

The construction and application of quality evaluation system for the major of internet of things engineering under the background of new engineering

LIN Rudan
（School of Medical Information Engineering, Gannan Medical University, Ganzhou, Jiangxi 341000）

Abstract: As a strategic emerging discipline under the context of new engineering, IoT Engineering has been widely established across China and has demonstrated significant value in fields such as smart healthcare and intelligent manufacturing. However, its rapid expansion in scale has not been accompanied by a corresponding improvement in quality. Deficiencies still exist in aspects such as educational objectives, curriculum systems, practical teaching, and quality assurance mechanisms. How to highlight the characteristics of "medical-engineering integration", particularly in medical universities, has become an urgent issue to be addressed. Based on Outcome-Based Education (OBE), stakeholder theory, and higher education quality assurance theory, this study constructs a quality evaluation system for IoT Engineering program construction consisting of 6 first-level indicators and 22 second-level indicators, comprehensively employs methods such as literature analysis, questionnaire surveys, Delphi method expert consultations, and the Analytic Hierarchy Process (AHP), and conducts empirical validation using Gannan Medical University as a case study. The results show that practical teaching and student development are the key factors determining program quality. The proposed system can effectively reveal strengths and weaknesses and provide a pathway for continuous improvement. This study may serve as a reference for medical universities to advance the cultivation of medical-engineering integrated talents and to promote quality assurance in engineering program construction.

Key words: Internet of things engineering; New engineering; Quality evaluation system; Outcome-based education; Integration of medicine and engineering

基金项目：江西省教育科学“十三五”规划重点项目（18ZD059）
作者简介：林如丹，女，硕士，副教授，研究方向：物联网与大数据。E-mail：30898917@qq.com

新一轮科技革命与产业变革正深刻重塑全球高等教育格局，信息技术、人工智能、大数据与物联网的广泛应用不仅推动了产业升级，也对高等教育提出了新的要求。作为战略性新兴学科，物联网工程自2010年起在我国本科教育体系中逐步建立，现已实现了较为广泛的覆盖。然而，快速发展之下，质量问题逐渐显现，表现为培养目标不清晰、课程体系碎片化、实践教学与产业脱节、师资队伍建设不足、质量评价缺乏科学性等[1]。这种现象一方面与新兴学科的“快速成长”阶段性特征有关，另一方面也反映出我国高等教育在专业建设质量保障体系上的不足。尤其对于医学类高校开设的物联网工程专业，既要满足工科教育的通用标准，又要兼顾医工融合与智慧医疗的特殊需求，专业建设的复杂性更为凸显。

在医学类高校中，物联网工程专业不仅需要满足信息技术和工程教育的基础要求，还必须深入理解医学数据特征、医疗安全规范与临床应用环境。这种交叉融合使课程体系更复杂、实验条件要求更高、跨领域教师资源更为稀缺。同时，医学类高校的物联网应用多聚焦于智慧医疗、健康监测与医疗设备互联，对学生的多学科综合能力提出更高要求。这些特征决定了医学类高校在专业建设中面临“工科标准与医学特色并重”的双重压力，也凸显了开展针对性质量评价研究的必要性。

从国际经验看，工程教育认证已形成较为完善的质量保障体系。成果导向教育（Outcome-based education，OBE）作为国际工程教育专业认证的核心理念[2]，与新工科建设所强调的持续改进高度契合，其以学习产出和胜任力为导向的逻辑，为开展专业质量评价研究提供了理论参考。如美国ABET认证强调“产出导向与行业权威”[3]，欧洲EUR-ACE标准注重“核心能力与持续改进”[4]，这些都为我国新兴专业建设提供了借鉴。国内虽已在工程教育认证和新工科建设方面取得进展，但相关研究多集中于课程体系或教学环节，缺乏整体性和系统性的评价研究，也未能有效满足物联网工程专业的跨学科属性和医工融合的特殊需求。这种“普遍性与特殊性”的需求，使物联网工程专业建设的质量评价既要遵循高等教育的共性规律，又要体现专业本身的独特属性[5]。

本研究在理论与实践结合的基础上，对物联网工程专业建设质量评价体系进行构建与验证，力求为我国新工科背景下的专业建设提供可借鉴的路径。

1　物联网工程专业建设质量评价体系的理论框架

本研究立足于3个互为补充的理论框架。首先，OBE理念强调教育的核心在于学生的学习产出，要求从培养目标到课程体系、教学实施与评价标准均紧扣预期成果，实现闭环管理[6]。对于物联网工程这种新兴交叉学科而言，OBE提供了确保人才培养与社会需求相一致的理论基础[7]。其次，借鉴利益相关者理论，强调教育质量评价不仅是学术共同体的内部事务，更涉及学生、教师、学校管理层、行业企业和政府等多元主体的互动与博弈[8]。物联网工程专业的评价必须回应不同利益相关者的期待，才能兼具科学性与实践性。最后，遵循高等教育质量保障理论，强调“标准、过程、改进”的动态循环，评价不仅是静态的结果测量，更是引导专业建设不断优化的制度安排[9-11]。三者既有分工又相互补充：OBE提供目标导向，利益相关者理论保证多元参与，质量保障理论提供制度支撑，共同为本研究构建物联网工程专业建设质量评价体系奠定了理论基础。

2　物联网工程专业建设质量评价体系的构建逻辑与路径

本研究遵循“文献分析、实地调查、专家咨询、AHP赋权、案例验证”的基本路径，采取“问题、证据、共识、校验”的过程逻辑，将方法嵌入构建步骤而非单列成节，以保证体系来源有据、结构成型有理、指标取舍有共识、权重呈现有校验。

首先，以OBE理念界定评价目标层为“专业建设质量之于学生成果达成”的因果指向，明确所有指标均需要映射至学习产出证据（毕业要求达成、课程达成、竞赛科研、就业质量等）[12]，并以利益相关者与质量保障理论为边界条件，要求体系能够纳入用人单位与校友反馈并形成改进闭环。通过系统的文献分析，梳理国内外工程教育认证、新工科建设与物联网教育研究成果。由于医学类高校的物联网工程专业在专业建设逻辑上具有明显的跨域特征，其评价体系不仅要反映工程教育的通用标准，还应纳入医学信息化、临床数据安全、智慧医疗应用场景等特殊指标。本研究在专家咨询过程中，

专门针对医工融合类高校增设了“行业应用实践(智慧医疗方向)”“跨学科课程设置(含医学信息模块)”等指标,以确保体系能够体现医学背景下的差异性。

其次,在系统梳理国际工程教育认证(ABET[13]、EUR-ACE[14]、JABEE[15])与中国工程教育认证标准解读及使用指南[16]、《高等学校物联网工程专业规范》[17-18]以及新工科相关政策文件的基础上,提炼潜在指标,并结合国内10余所高校的培养方案与典型案例,形成包含6个一级指标与28个二级指标的初始指标池,维度覆盖“人才培养目标与定位、课程体系与教学内容、师资队伍与教学条件、实践教学与产学研合作、学生发展与学习成果、社会评价与持续改进”,以“目标、过程、成果、反馈”的链路实现结构闭环。

再次,针对“外延、内证”的一致性需求,展开问卷与访谈以收集来自高校与物联网行业、企业的第一手数据。为确保问卷设计的科学性,本研究以OBE核心理念和《高等学校物联网工程专业规范(2020版)》[18]为理论依据,结合国内外相关文献及访谈结果设计问卷。问卷内容包括6个方面,覆盖培养目标、课程体系、师资队伍、实践教学、学生发展与社会反馈等,与拟建指标体系保持一一对应关系,确保问卷结构效度。本研究共发放问卷350份,回收有效问卷315份,覆盖教师、学生与企业用人单位3类群体,结果表明,受访者对“实践教学”“学生发展”的改进迫切性达成较高一致,而“社会反馈与持续改进”被普遍认为是相对薄弱环节,这一现实感知为后续指标优化提供了重要支撑。上述315份有效样本的信效度检验结果显示Cronbach′s α=0.924,*KMO*=0.876,Bartlett球形检验P<0.001,说明量表内部一致性良好,结构效度显著,数据适合进行因子分析。随后进入基于共识的指标修订阶段,组织10位专家(6位高校专业负责人或骨干教师、4位行业企业研发主管,均具有5年以上相关经验)开展两轮德尔菲咨询:第一轮围绕28个二级指标进行必要性与可操作性评判。如在“科研论文数量是否应作为本科层面的独立指标”“课程国际化是否应并入课程更新性”等问题上出现分歧,Kendall′s W=0.42,表明总体趋同但仍需收敛。据此对指标进行初步优化:合并与剔除冗余指标,将“科研论文数量”并入“学术与创新成果”指标,将“课程国际化”并入“课程内容更新性”指标;同时剔除“学生科研项目参与率”与“海外合作办学项目数”2项冗余指标后,并对“实验教学质量”与“行业应用实践”的操作定义进行情境化细化,重点强调智慧医疗、智能制造等真实任务驱动的实践导向,经优化后指标总量由28个精简至24个。第二轮咨询在首轮修订后的指标文本基础上,再次向专家征询指标排序合理性与释义准确性的意见,并剔除了2项冗余指标,专家意见一致性得到显著提升,Kendall′s W=0.68,经显著性检验P<0.05,表明专家共识度显著增强,咨询结果具有较好的稳定性与可靠性,为指标体系的进一步优化提供了重要依据。

最后,为体现不同指标重要性的结构差异并完成体系的可用化处理,采用AHP法对各个指标进行权重计算,确保体系的结构优化与逻辑严谨。考虑到跨校情境的可迁移性与避免虚假精度的原则,体系在发布层面采用“高等、中等、低等”的区间呈现与次序解释,并在具体应用(案例验证)层面保留2位小数的权重供校内诊断使用,从而在“推广性”与“可操作性”之间取得平衡。

3 物联网工程专业建设质量评价指标体系构建

相较于综合性或工科类高校,医学类高校的物联网工程专业更加注重医学数据采集、健康监测设备互联及临床信息系统集成等领域的教学与研究。因此,在本研究构建的评价体系中,对“实践教学与产学研合作”“学生发展与学习成果”2个一级指标进行了情境化处理,如强调智慧医疗方向的校企合作、医用传感器与健康大数据的实验教学、跨学科教师团队建设等,从而体现医学类高校的独特专业属性。

经由“导向限定、结构提炼、证据验证、共识修订、权重校验”的过程,本研究形成了由6个一级指标与22个二级指标构成的物联网工程专业建设质量评价体系(表1),该指标体系覆盖人才培养目标、课程体系、师资队伍、实践教学、学生发展和社会反馈6个方面,并形成了一个完整、系统的闭环结构,既关注前端的培养定位与课程设计,又注重中间的教学过程与实践环节,还强调结果的达成与反馈改进。

其核心特征体现在3个方面:⑴成果导向的强约束。本研究构建的评价体系设计以OBE(成果导向教育)理念为基础,突出学习成果与培养目标的对应关系,强调能力、素质与岗位需求的契合。

表 1　物联网工程专业建设质量评价体系

一级指标	二级指标	指标释义	权重水平
人才培养目标与定位	培养目标合理性	是否符合国家战略（新工科、数字经济）及区域产业需求	中等
	培养目标前瞻性	是否体现跨学科融合，面向物联网十大领域的前沿发展	中等
	与产业契合度	人才培养定位与区域重点产业（制造、医疗、交通、农业等）的契合度	中等
课程体系与教学内容	核心课程覆盖度	是否涵盖物联网核心模块（感知、网络、计算、安全、应用等）	中等偏高
	跨学科课程设置	是否开设人工智能、大数据、信息安全、医学、管理等交叉课程	中等
	OBE 对接度	是否与毕业要求、学习成果形成闭环	中等偏高
	课程内容更新性	是否及时引入 5G、边缘计算、AIoT、区块链等前沿内容	中等
师资队伍与教学条件	师资结构合理性	学科背景、学历职称分布是否合理	中等
	双师型比例	行业背景与工程经验教师比例	中等偏低
	科研与教学结合	科研成果转化为教学内容的情况	中等
	实验与实践条件	实验室、实训基地、产学研平台建设情况	中等偏低
实践教学与产学研合作	实验教学质量	实验课程与项目能否提升学生工程动手能力	高等
	校企合作深度	企业在课程设计、联合培养、项目实践中的参与度	高等
	创新创业项目	学生参与科研、创新创业项目的数量与质量	高等
	行业应用实践	是否结合行业重点领域（如智慧医疗、智能制造、智慧城市、农业物联网等）开展综合实践	高等
学生发展与学习成果	学习成果达成度	学习产出与毕业要求达成情况	高等
	就业质量与对口率	就业率、对口率及薪资水平	高等
	学科竞赛与科研成果	学生参与竞赛、论文、专利情况	高等
	国际视野与发展力	海外交流、跨文化能力与发展潜力	中等偏高
社会评价与持续改进	用人单位满意度	企业对毕业生知识、能力、素质的综合评价	中等偏低
	校友反馈	毕业生对课程体系与职业发展的契合度反馈	中等偏低
	改进与反馈机制	是否建立基于评价结果的持续改进机制	中等偏低

注：表中“权重水平”依据 AHP 计算结果划分，采用区间化表达：权重值依次分为高等、中等、低等及过渡层次（如中等偏低、中等偏高），其中参考区间为≥0.20 为高等，0.10～0.19 为中等，<0.10 为低等。所有判断矩阵均经一致性检验（CR<0.1）。

所有指标均可回溯至学生学习产出与能力达成的直接或间接证据，同时避免了“以投入代替产出”的指标漂移；(2)结构闭环的强一致。本研究构建的评价体系各维度间按“目标、课程、实践、成果、反馈”的内在逻辑，保证评价结果可被因果解释并直接导向课程修订与持续改进；在可操作性方面，指标表述力求清晰具体，既便于数据采集与校内自评，也适用于横向比较与外部评价；(3)情境适配的强弹性。考虑到物联网工程专业主要涉及的十大应用领域，本研究构建的评价体系既保持了通用框架稳定性，又允许不同高校根据自身定位与区域产业基础，突出重点方向。例如，允许医学类高校在“行业应用实践、跨学科课程、用人单位反馈”等指标中强化智慧医疗特征，工科院校强调工业物联网与智能制造，综合性大学则可以突出智慧城市与智能交通。体系在对外发布时提供“高等（≥0.20）、中等（0.10～0.19）、低等（≤0.10）”等的不同权重区间划分。

本研究在构建评价体系时并未直接引入具体权重的计算，而是重点强调体系的结构科学性与逻辑性。各指标权重的确定可在具体应用情境中通过 AHP 等方法加以量化。

4　物联网工程专业建设质量评价指标体系的验证与案例应用

赣南医科大学自 2016 年开设物联网工程专业以来，依托医学背景和区域产业基础，确立了“医工融合、服务健康”的办学定位。2018—2023 年，专业学生在全国大学生电子设计竞赛、“互联网+”大学生创新创业大赛等赛事中共获省部级以上奖项 35 项，就业率稳定在 92% 以上，对口就业率达 48%，其中近 50% 进入医疗信息化与智慧医疗企业，显示出较高的行业契合度。在师资队伍方面，该校物联网工程专业的双师型教师比例为 41%，略低于该校医学专业的平均水平。尽管医学类高校普遍缺乏

具有工程背景的师资，该比例虽略低于医学专业，但已反映出医学院校在跨学科教师队伍建设方面的积极探索与初步成效。从内部对比来看，师资结构已具备一定的交叉融合基础，但在跨学科融合与校企联合指导方面仍存在一定差距。社会评价显示，87%的用人单位认可毕业生的动手能力和敬业精神，但普遍反映其跨学科知识覆盖不足、医学应用理解不深。这些情况为本研究提供了典型的案例基础。

在计算阶段，首先对判断矩阵进行特征值分解，求得最大特征值及其对应特征向量，并对特征向量进行归一化处理，得到各指标的相对权重。其次，采用特征根法与平方根法（几何平均法）进行双重计算，并利用MATLAB与Yaahp软件对结果进行验证，以确保权重的稳定性与科学性。随后，进行一致性检验，计算一致性指标：

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1},\ CR = \frac{CI}{RI}$$

其中λ_{max}为判断矩阵最大特征值，n为矩阵阶数，RI为平均随机一致性指标。当CR<0.1时，判断矩阵具有满意一致性。

为验证本研究所构建的评价体系在高校场景中的可操作性，组织10位专家采用Saaty1～9标度法[19]对6个一级指标与22个二级指标进行成对比较，构造判断矩阵并完成特征值计算与归一化处理，所有矩阵CR<0.1，通过一致性检验。为便于校内诊断、避免虚假精度，本研究将结果保留2位小数，并进行归一化校正，总和等于1.00。结果显示，“实践教学与产学研合作（0.24）”与“学生发展与学习成果（0.22）”处于高等权重区间；“课程体系与教学内容（0.18）”“人才培养目标与定位（0.14）”居中等；“师资队伍与教学条件（0.13）”“社会评价与持续改进（0.09）”相对较低。结合证据清单进行因果解释可见：高等权重维度与该校在实验课程、真实项目、联合培养、就业质量与竞赛科研等产出性证据相吻合，表明OBE成果达成导向在实践层面具有显著表达；中等权重维度提示课程体系的交叉性与前沿性仍需由医学信息学、数据智能与安全等方向课程的系统更新来支撑，培养目标的外延与前瞻性有待进一步用岗位能力画像与毕业要求达成数据来闭环；低等权重维度反映出跨学科师资引进与校企共同体制性协同仍不充分，质量反馈到改进的制度化路径尚未完全固化。通过“权重、证据、改进”的链式解析，体系不仅能揭示“强项与短板”的结构分布，更能明确每一条改进建议的证据起点与责任归属，实现从评价到治理的可操作转换。

从整体分布来看，该校物联网工程专业在“实践—成果”链条上表现较好，与OBE理论所强调的“以学生学习产出为中心”高度契合，也符合新工科背景下“强化实践、突出产出”的发展导向。同时，利益相关者理论在结果中也得到了印证：用人单位反馈显示毕业生动手能力和敬业精神受到普遍认可，但跨学科知识覆盖不足、医学应用理解不够，说明外部利益相关者对课程体系与培养目标提出了新的改进要求。而从高等教育质量保障理论的视角来看，在“师资、反馈”环节仍有提升空间，需要通过跨学科师资引进、校企协同指导以及建立科学的持续改进机制来进一步完善。

为进一步验证专家赋权结果的客观性，本研究引入三角互证分析：将“实践教学与学生发展”2个高权重维度与该校近3年课程达成度报告及就业质量年度数据进行对比。结果显示，高等权重维度与课程达成度高（平均达成率92.5%）及就业对口率高（48%）的事实数据相吻合；而低等权重维度“社会反馈与持续改进”与校内质量年度报告中反映的反馈闭环缺失情况一致，进一步印证了AHP结果的合理性与体系的诊断功能。由于AHP计算涉及多层级和多组判断矩阵，本研究仅报告权重结果；所有矩阵均经Matlab与Yaahp软件验证并满足一致性要求（CR<0.1）。

综上所述，该案例不仅验证了本研究所构建评价体系的适用性，也展示了AHP方法在具体应用中的价值。通过专家咨询和量化计算，评价体系能够有效揭示赣南医科大学物联网工程专业的优势与不足，为后续改革与持续改进提供了科学依据。这一过程也表明，通用的指标体系在应用到医学院校时，可以通过强化智慧医疗方向体现特色，同时保持与物联网工程专业普遍规律的统一性。

5 结论与展望

本研究在梳理国内外相关研究的基础上，构建了面向物联网工程专业的建设质量评价体系，并以赣南医科大学为例进行了实证检验。研究表明，实践教学与学生发展是影响专业建设质量的关键因素，科学的评价体系不仅能够揭示优势与不足，还能为持续改进提供依据。本研究的贡献主要体现在3个方面：⑴提出了兼顾国际标准与本土特色

的评价框架，填补了物联网工程专业系统性质量评价研究的空白；(2)凸显了医学类高校的医工融合特色，拓展了新工科背景下专业建设的研究维度；(3)通过案例验证，证实了该评价体系的可操作性与推广价值。然而，本研究仍存在一定局限性。一方面，案例范围仅限于一所医学院校，未来有必要在多类型高校中进行比较研究，以增强结论的普适性与推广价值；另一方面，指标权重主要依赖专家赋权，虽经德尔菲法和一致性检验，但仍存在主观性，随着AIoT、5G、边缘计算和智慧医疗的发展，后续研究可引入大数据分析和人工智能技术提升客观性与动态性。

所有作者均声明不存在利益冲突关系。

参考文献：

[1] 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.

[2] 夏建国，赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J]. 高等工程教育研究，2017(3)：15-19.

[3] 李明. 美国高校工程教育质量保障探究：历史、逻辑与方略[J]. 高等工程教育研究，2021(5)：173-179.

[4] 朱露，胡德鑫，何桢，等. 国际工程教育专业认证体系的发展与改革——基于《华盛顿协议》与欧洲工程教育专业认证体系的对比分析[J]. 高等工程教育研究，2022(4)：38-51.

[5] 陈澜祯. 物联网工程与智慧医疗人才的跨学科培养[M]. 北京：科学出版社，2025.

[6] 周显鹏，俞佳君，黄翠萍. 成果导向教育的理论渊源与发展应用[J]. 高教发展与评估，2021，37(3)：83-90.

[7] 杨毅刚，孟斌，王伟楠. 基于OBE模式的技术创新能力培养[J]. 高等工程教育研究，2015(6)：24-30.

[8] 尹晓敏. 利益相关者参与逻辑下的大学治理研究[M]. 杭州：浙江大学出版社，2010.

[9] 陈玉琨，代蕊华，杨晓江，等. 高等教育质量保障体系概论[M]. 北京：北京师范大学出版社，2004.

[10] 邬大光. 高等教育：质量、质量保障与质量文化[J]. 中国高教研究，2022(9)：18-24.

[11] 胡德鑫. 发达国家高等教育评估的发展趋势[J]. 教育学术月刊，2017(4)：36-42.

[12] 张安富. 基于OBE理念的课程目标、毕业要求及培养目标达成度评价[J]. 高教发展与评估，2024，40(6)：1-11.

[13] ABET. Criteria for Accrediting Computing Programs，2025-2026 [EB/OL]. (2024-10-01)[2025-09-22]. https://www. abet. org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-computing-programs-2025-2026/.

[14] ENAEE. EUR-ACE Framework Standards and Guidelines (EAFSG) [EB/OL]. (2021-11-04)[2025-09-22]. https://www. enaee. eu/wp-content/uploads/2022/03/EAFSG-04112021-English-1-1. pdf.

[15] JABEE. JABEE evaluation guide for accreditation of professional education programs applicable in the year 2019 and later [EB/OL]. (2019-01-01)[2025-09-22]. https://jabee. org/doc/1_JABEE% 20Evaluation%20Guide%202019%20and%20later. pdf.

[16] 中国工程教育专业认证协会学术委员会. 工程教育认证通用标准解读及使用指南[EB/OL]. (2022-11-08)[2025-09-22]. https://pgzx. yznu. edu. cn/_upload/article/files/0f/8f/00c814dd4450905b7c97bd0af669/58493ff7-0844-4551-a493-09479d9b3b62. pdf.

[17] 教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会. 高等学校物联网工程专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)[M]. 北京：机械工业出版社，2012.

[18] 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会，物联网工程专业教学研究专家组编制. 高等学校物联网工程专业规范：2020版[M]. 北京：机械工业出版社，2021.

[19] Karayalcin I I. The analytic hierarchy process：planning，priority setting，resource allocation[J]. Eur J Oper Res，1982，9(1)：97-98.

(收稿：2025-09-22)(修回：2026-04-15)

(责任编辑：敖慧斌)