

# 工程认证背景下面向产出的《电力系统分析》课程质量评价

王洪希\*, 田伟#, 邹青宇, 姚欣

北华大学电气与信息工程学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2023年12月25日; 录用日期: 2024年1月24日; 发布日期: 2024年1月30日

## 摘要

在工程教育认证背景下, 以北华大学《电力系统分析》课程为例, 具体阐述如何面向产出实施课程质量评价, 主要包括设置面向产出的课程目标、面向产出的课程目标达成评价以及课程质量分析。综合分析考核成绩法和问卷调查法的评价结果, 梳理课程全过程存在的问题, 采取有效改进措施, 持续改进课程教学质量, 不断提升电气专业人才培养质量。

## 关键词

工程教育认证, 面向产出, 课程质量评价, 电力系统分析

# Quality Assessment of “Power System Analysis” Course from an Output-Oriented Approach in the Context of Engineering Accreditation

Hongxi Wang\*, Wei Tian#, Qingyu Zou, Xin Yao

School of Electrical and Information Engineering, Beihua University, Jilin Jilin

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2024; published: Jan. 30<sup>th</sup>, 2024

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 王洪希, 田伟, 邹青宇, 姚欣. 工程认证背景下面向产出的《电力系统分析》课程质量评价[J]. 教育进展, 2024, 14(1): 1064-1072. DOI: 10.12677/ae.2024.141163

## Abstract

This paper focuses on the quality evaluation process of the “Power System Analysis” course at Beihua University, with a specific emphasis on an output-oriented approach within the framework of engineering education accreditation. The process includes the formulation of course objectives aligned with desired outcomes, assessment of the achievement of these objectives, and analysis of course quality. By conducting a comprehensive analysis using assessment scores and questionnaire surveys, the existing issues throughout the course are identified, and effective improvement measures are implemented to continuously enhance the teaching quality and elevate the overall competence of electrical engineering students.

## Keywords

Engineering Accreditation, Output-Oriented Approach, Course Quality Evaluation, Power System Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

工程教育认证是国际通行的工程教育质量保障制度[1]。工程教育认证的三大理念是“以学生为中心，以产出为导向，以持续改进为机制”[1]，具体实施过程为：设计“产出”、实施“产出”、评价“产出”、持续改进。那么如何理解产出？一是指学生毕业5年左右所具有的职业和专业能力要求，即培养目标所规定的产出；二是指学生四年毕业时所具有的知识、素质、能力要求，即毕业要求所规定的产出，而毕业要求所规定的产出又分解为各指标点(观测点)所规定的产出，各指标点所规定的产出又分解为各课程目标规定的产出[2]。培养目标的达成需通过毕业要求的达成予以保证，而毕业要求的达成则需通过课程目标的达成予以保证。课程质量评价是衡量课程目标达成情况的重要环节[3][4]，也是推进工程教育专业认证的底线要求。因此，在工程教育认证背景下，如何面向产出科学地评价课程质量，对于提升人才培养质量意义重大。

本文以北华大学电气工程及其自动化专业《电力系统分析》课程质量评价为例，建立了以学生为中心，面向产出的课程目标达成情况评价办法，实施面向产出的课程质量评价，并深度分析评价结果，找出课程全过程存在的短板，扬长避短，采取有效改进措施，进而持续改进课程质量。

## 2. 面向产出的课程目标

面向产出的教育(Outcomes-based Education, 简称 OBE)是由 William 创立[5]，是国际工程教育专业认证标准的核心理念，主要关注学生的学习效果和达成[6]，就课程层面而言，要求有明确的课程目标及学习后应具备的能力，即所谓的课程目标规定的“产出”。OBE 理念下的课程设计遵循“反向设计、正向实施”原则[7]。依据我校电气工程及其自动化专业 2018 版培养方案，毕业要求、指标点及相对应的课程目标如表 1 所示。

**Table 1.** Graduation requirements, target points and corresponding course objectives**表 1.** 毕业要求、指标点及相对应的课程目标

毕业要求	毕业要求指标点(观测点)	课程目标
1. 工程知识	1.3.能运用专业相关知识,比较和综合多种解决思路的可行性与优缺点,得到复杂电气工程问题的解决方案,并对其进行分析和评价。	课程目标 1 能够运用电力系统的基础理论和元件的基本参数,通过电压、电流和功率的初步计算确定符合电力系统暂态和稳态分析计算的初步方案。
	2.2.能建立各功能模块或子系统,以及整个系统的数学或物理模型,并保证模型满足模拟和工程计算的实际需要。	课程目标 2 能够运用潮流分布、电压频率特性和短路参数,结合元件等值电路,建立电力系统稳态和暂态分析的计算模型。
2. 问题分析	2.3.能对子模块和系统的模型进行求解,解析子模块对系统性能的影响,并借助文献检索,分析模型或解决方案的优劣、合理性和可行性,以获得有效结论。	课程目标 3 能够运用电力系统潮流分布计算法、电压频率调节法和故障分析计算法,结合电力工程设计资料分析参数变化对系统稳态和暂态过程的影响,获得切实有效的调整措施。
	3.2.能够按照电气工程的设计原则、方法和路线,设计出满足特定功能需求的功能模块或子系统,分析和识别单元或子系统参数影响,对功能模块或子系统的关键参数和环节进行优化。	课程目标 4 能够运用电力系统分析计算方法,分析系统潮流变化、短路参量变化和电压频率变化对系统设计稳定性的影响。
3. 设计/开发解决方案	5.2.能够针对具体的对象,采用或开发恰当的仪器仪表、信息资源、工程工具和专业模拟、开发软件,对工程问题进行测试和分析、计算和设计、预测和模拟、开发和调试,并能分析当前技术与工具的局限性	课程目标 5 能够运用现代工程工具,进行电力系统稳态和暂态过程的分析、计算。

### 3. 面向产出的课程质量评价

#### 3.1. 课程质量评价方法

根据我校《电气信息工程学院课程目标达成情况评价实施办法》,对课程考核依据及数据进行审核和确认,取得合理的评价数据,方可用于课程目标达成情况评价。《电力系统分析》课程评价合理性审核包括:课程评价任务、考核方式、考核标准的规范性和合理性;过程性考核内容的合理性(作业、雨课堂、实验及专题讨论内容和分值与课程目标的对应关系);试卷命题计划书的合理性(考核内容覆盖教学内容情况及与课程目标的对应关系,分值与课程目标的对应关系);试卷试题的合理性(考试试题与课程目标的对应关系及答案的规范性);过程性考核成绩、考试成绩及总成绩的合理性。

评价方法分为考核成绩分析法和课程问卷调查法。综合考虑考核成绩分析法和课程问卷调查法的结果进行课程质量的持续改进。

##### 3.1.1. 考核成绩分析法

任课教师在课程学习过程中进行考核,根据课程教学大纲规定的“课程目标考核与评价方式及成绩比例表”,对各考核环节的成绩进行加权计算,用全体学生课程目标的各项考核成绩“权重平均分”除以“权重目标分值”,作为该课程目标的“达成情况评价”。

课程成绩由平时成绩(包括作业成绩、雨课堂成绩、实验成绩和专题讨论成绩四部分)和期末考试成绩组成:

1) 雨课堂成绩:占总成绩的 10%。雨课堂成绩主要考核学生课堂表现和效果,考核形式为随堂测验或互动。考核评定办法:雨课堂授课时,按授课进度及对知识点的掌握情况设置随堂性测验和互动提问。

每次测验满分 100 分，考查课程目标 1~3，对应每个课程目标的成绩取多次雨课堂成绩的平均值。

2) 作业成绩：占总成绩的 10%。作业成绩主要考核学生对于课堂知识的掌握程度及应用能力。考核评定办法：按授课进度及学生对知识的掌握情况布置作业。每次作业满分 100 分，考查课程目标 1~4，对应每个课程目标的成绩取多次作业的平均值。

3) 实验成绩：占总成绩的 10%。实验成绩主要考核学生理论应用于实际的能力。考核评定办法：实验成绩由实验过程操作成绩(占比 70%)和实验报告成绩(占比 30%)组成。每次实验满分 100 分，考查课程目标 1, 3, 4，对应每个课程目标的成绩取多次实验的平均值。

4) 专题讨论成绩：占总成绩的 10%。根据学生课堂回答问题 and 课上表现评分，课堂提问随机抽查；评分按查阅文献情况、问题分析、现场叙述交流回答问题情况等进行评价。每次专题讨论满分 100 分，考查课程目标 2, 3, 5，对应每个课程目标的成绩取多次专题讨论成绩的平均值。

5) 期末考试成绩：占总成绩的 60%。主要考核学生对本门课程基础知识的掌握以及对所学知识的理解和运用能力。主要题型为：简答题、分析题、计算题、设计题、综合题等。考核评定办法：考试形式为闭卷考试，考试时间 100 分钟，卷面成绩总分为 100 分，考查个课程目标 1~3。

以电气工程 2019 级全体学生成绩为例进行分析，考核成绩分析法课程目标达成度具体计算方法如表 2 所示。

**Table 2.** The calculating method of curriculum goal achievement degree

**表 2.** 课程目标达成度的计算方法

课程目标	考核环节	目标分值	学生平均得分	各课程目标达成度计算方法
课程目标 1	作业成绩 1	40	A1	$\frac{0.1A1 + 0.1B1 + 0.1C1 + 0.6E1}{33}$ (目标分值加权值)
	雨课堂成绩 1	40	B1	
	实验成绩 1	40	C1	
	考试成绩 1	35	E1	
课程目标 2	作业成绩 2	20	A2	$\frac{0.1A2 + 0.1B2 + 0.1D2 + 0.6E2}{33}$ (目标分值加权值)
	雨课堂成绩 2	40	B2	
	专题讨论成绩 2	30	D2	
	考试成绩 2	40	E2	
课程目标 3	作业成绩 3	20	A3	$\frac{0.1A3 + 0.1B3 + 0.1C3 + 0.1D3 + 0.6E3}{24}$ (目标分值加权值)
	雨课堂成绩 3	20	B3	
	实验成绩 3	30	C3	
	专题讨论成绩 3	20	D3	
课程目标 4	作业成绩 4	20	A4	$\frac{0.1A4 + 0.1C4}{5}$ (目标分值加权值)
	实验成绩 4	30	C4	
课程目标 5	专题讨论成绩 5	50	D5	$\frac{0.1D5}{5}$ (目标分值加权值)

### 3.1.2. 课程问卷调查法

在课程学习结束后，采用问卷调查方式让学生自我评价课程目标的达成情况，每个课程目标分若干考核点进行评价，评价分为 5 个等级：完全达成(5 分)、良好达成(4 分)、达成(3 分)、基本达成(2 分)、未

达成(1分),用课程目标各考核点的平均得分除以“最高分5分”,作为该考核点“达成情况评价价值”。取各考核点的“达成情况评价价值”的最低值作为该课程目标“达成情况评价价值”。

### 3.2. 评价结果及存在问题

通过对平时成绩和考试成绩进行加权计算,最终考核成绩法课程目标达成度结果如表3所示。

Table 3. The calculation result of the degree of achievement of curriculum objectives

表3. 课程目标达成度的计算结果

课程目标	考核方式及成绩										达成度结果
	作业成绩 (权重 0.1)		雨课堂成绩 (权重 0.1)		实验成绩 (权重 0.1)		专题讨论成绩 (权重 0.1)		考试成绩 (权重 0.6)		
	目标 分值	实际 平均分	目标 分值	实际 平均分	目标 分值	实际 平均分	目标 分值	实际 平均分	目标 分值	实际 平均分	
课程目标 1	4	3.72	4	3.58	4	3.39	—	—	21	17.19	0.84
课程目标 2	2	1.80	4	3.78	—	—	3	2.40	24	16.94	0.75
课程目标 3	2	1.60	2	1.90	3	2.60	2	1.60	15	10.39	0.76
课程目标 4	2	1.54	—	—	3	2.58	—	—	—	—	0.83
课程目标 5	—	—	—	—	—	—	5	3.9848	—	—	0.80

#### 3.2.1. 课程目标达成分析

对电气19级学生五个教学环节的考核结果进行统计和分析,其课程目标达成度分布情况如表3所示。从表3可见,课程目标1~5达成情况评价价值均超过了标准值0.68,课程目标达成度整体良好,说明学生应用电力系统基础知识、利用计算机工具,结合系统潮流变化、短路参量变化和电压频率变化,运用电力系统分析计算方法进行系统稳定性分析和设计的能力较好。5个课程目标中,课程目标2和课程目标3相对较低,说明学生根据系统参数建立系统建模,并通过系统模型对电路系统中的潮流分析、电压及频率的调整的能力应进一步提高。

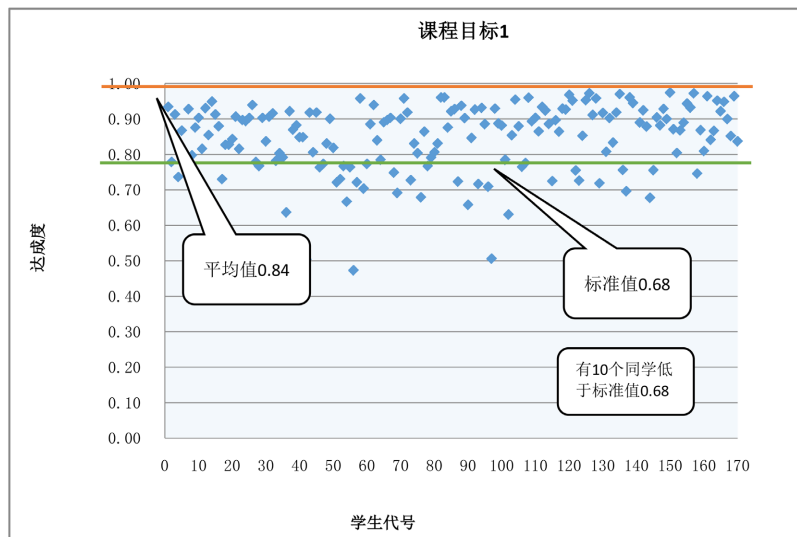


Figure 1. Objective 1: Distribution of individual evaluations

图1. 课程目标1个体评价分布图

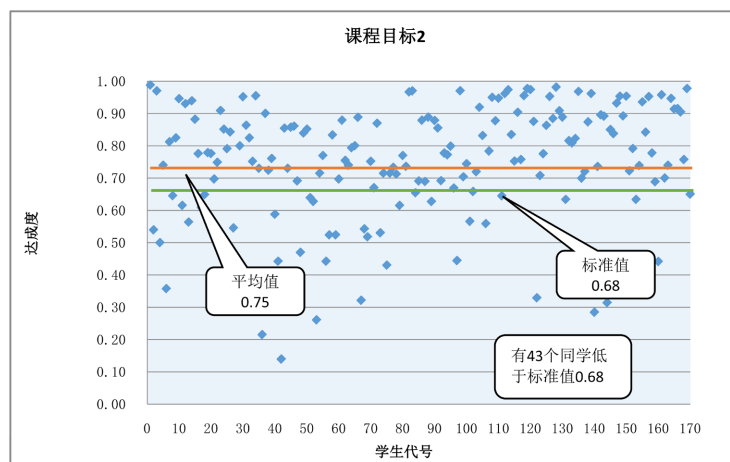


Figure 2. Objective 2: Distribution of individual evaluations

图 2. 课程目标 2 个体评价分布图

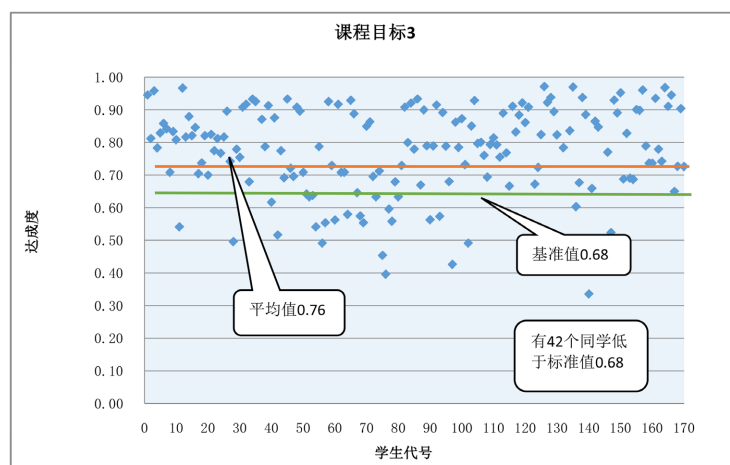


Figure 3. Objective 3: Distribution of individual evaluations

图 3. 课程目标 3 个体评价分布图

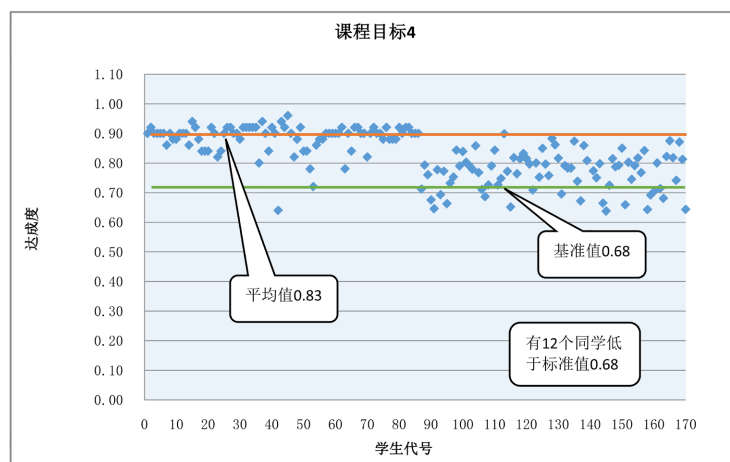


Figure 4. Objective 4: Distribution of individual evaluations

图 4. 课程目标 4 个体评价分布图

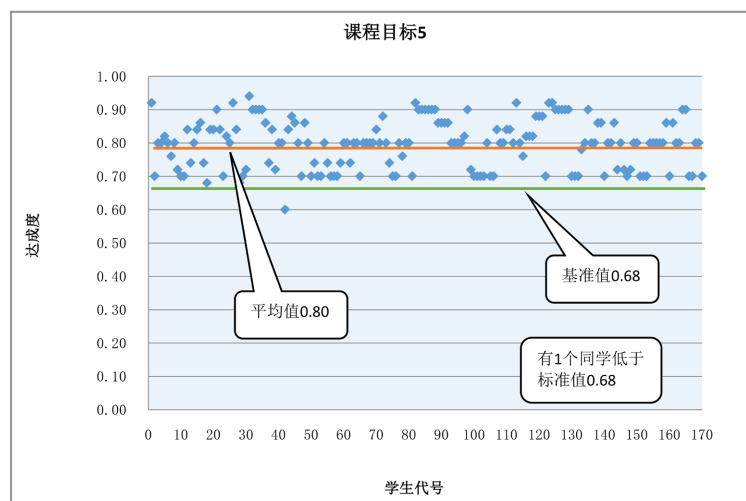


Figure 5. Objective 5: Distribution of individual evaluations  
图 5. 课程目标 5 个体评价分布图

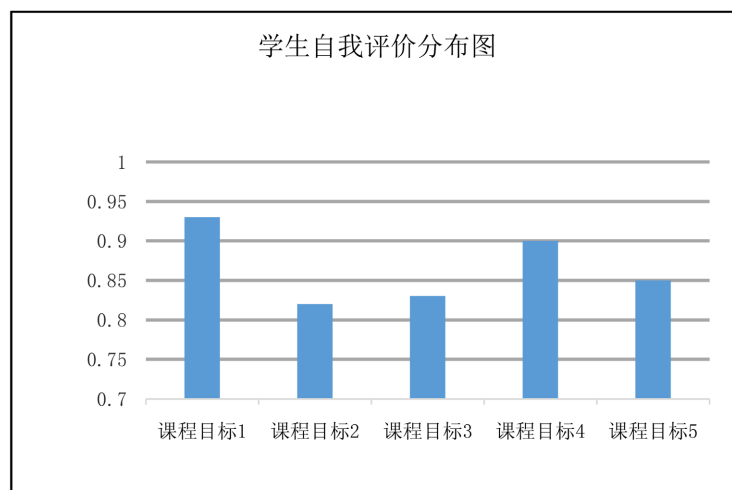


Figure 6. Curriculum objectives: Distribution of student self-evaluation results  
图 6. 课程目标学生自我评价结果分布图

### 3.2.2. 课程目标个体分析

为了分析学生个体对各个课程目标的达成评价情况,对电气 19 级学生的个人综合成绩进行统计,其课程目标个体评价分布情况如图 1~5 所示。从图 1~5 中可以看出,课程目标 1、4、5 的达成情况较好,但仍有个别学生评价低于标准值,说明个别学生对课程仍处于茫然状,在今后的教学过程中应加以格外注意,引导正确的学习习惯。课程目标 2 和 3 的达成情况评价较低,且有 40 多名学生没有达到标准值,说明有些同学们等值模型的绘制和通过模型进行分析的能力有待提高。而且通过计算分析系统的潮流分布的判断能力较差,主要原因是学生对课程的理解不透彻,难以前后衔接进行分析。因此在持续改进的过程中应加强学生对课程目标知识点的理解能力。

### 3.2.3. 学生自我评价分析

为了更好地评价学生对电力系统分析课程内容的学习情况,采用课程目标问卷调查的方式进行学生自我评价。

1) 调查问卷的设计及合理性审核: 设计《电力系统分析》课程目标达成情况调查问卷表, 调查问卷针对课程目标分考核点调查, 取每个课程目标中各考核点评价值的最低值作为该课程目标的“达成情况评价值”。依据课程教学大纲进行审核, 问卷设计的考核点能反映课程目标的达成, 评价标准明确合理。

2) 课程调查问卷数据合理性审核: 《电力系统分析》课程目标达成情况调查问卷发出 192 份, 收回 192 份。对调查问卷数据进行自我选择性偏差校验, 剔除存在异常答题行为的问卷 10 份, 获得有效问卷 182 份, 可用于课程目标达成情况评价分析。

具体评价结果如图 6 所示。从图中可以看出, 学生对课程目标的达成情况自我评价良好, 但某些课程目标评价较低, 说明学生能够认识到自身能力的不足。例如课程目标 2 和课程目标 3 评价值相对较低, 说明学生意识到自身在电力系统复杂潮流、故障分析计算方面的能力不足, 有待进一步持续改进。

### 3.3. 持续改进

#### 3.3.1. 本次授课存在的主要问题

针对课程目标 2 和课程目标 3 能力达成评价度较低的问题, 进行课程内容、教学方法等方面的持续改进, 存在的主要问题如下:

- 1) 学生计算能力较差, 尤其运用等值模型进行电力系统稳态和暂态分析计算方面存在问题。
- 2) 学生分析和设计能力不强, 尤其运用电力系统分析计算方法进行系统稳定性分析和设计方面存在的问题。
- 3) 教学模式、授课方式、考核环节不能很好满足能力培养。

#### 3.3.2. 拟采取的针对性改进措施

- 1) 针对问题 1 的改进措施。
    - ① 应该在数学、电路等课程中加强基础知识运用能力培养;
    - ② 在电力系统分析课程讲授中始终坚持以工程实践为背景, 使学生充分理解和认识到计算方法和分析过程在电力系统实际运行中的作用, 激发学生学习意识。
  - 2) 针对问题 2 的改进措施。
    - ① 加强知识灵活运用能力培养, 在专题讨论环节增加工程实践应用相关内容, 提高学生复杂系统分析能力;
    - ② 在复杂电力系统运行方式等实验中增加学生自主设计内容, 培养学生针对网络结构变化进行系统稳定性分析设计等能力。
  - 3) 针对问题 3 的改进措施。
    - ① 课前增加预习环节, 课后加强习题的批改和讲解, 有针对性的辅导基础较弱的同学, 提升整体学习效果;
    - ② 加大过程性考核, 增加课堂测验频次, 及时了解学生学习状况, 及时帮扶;
    - ③ 采取线上、线下混合等多样化的教学方式, 全面加强学生能力培养。
- 另外, 充分利用网络学堂、案例教学等多种形式, 使得师生共同参与进行讨论、答疑, 形成文字报告等; 通过使用仿真软件(例如 MATLAB)实现验证验算, 提高学生对课程知识的理解和掌握, 同时提升了学生动手实践能力; 系统整合相关教学内容建立课程项目, 采用由简单到复杂依次推进项目引领式教学, 持续改进课程目标 2 和课程目标 3 的能力达成。

## 4. 结论

根据工程教育专业认证 OBE 理念, 以北华大学《电力系统分析》课程为例, 探索面向产出的课程质



量评价过程及方法。建立了面向产出的课程目标达成情况评价办法，实施了面向产出的课程质量评价，并深度分析评价结果，找出课程教学过程存在的问题，采取有效改进措施持续改进课程质量，不断地提升电气专业工程教育人才培养质量。总之，具体阐述了如何面向产出进行课程质量评价的实施过程，对相关课程的课程质量评价实践具有一定参考作用。

## 基金项目

2022 年吉林省职业教育与成人教育教学改革研究课题：2022ZCY217；2023 年吉林省高等教育教学改革研究课题：JLJY202377910357；2020 年北华大学教育教学重点研究课题：XJZD2020060；2023 年北华大学教育教学研究课题：XJYB20230004。

## 参考文献

- [1] 李海娃, 艾桃桃, 张会. 基于工程教育专业认证理念的课程质量评价——以“计算机绘图基础”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2020(45): 244-246.
- [2] 付华, 任书霞, 于刚, 等. 工程教育认证理念下的新工科专业课程体系的构建[J]. 教育教学论坛, 2020(16): 275-276.
- [3] 邓杨保, 肖卫初, 邓曙光, 等. 工程教育认证背景下的课程质量评价机制构建研究[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(1): 146-148.
- [4] 吴杰, 迟静. 工程教育专业认证背景下复合材料课程质量评价探索[J]. 科技视界, 2021(6): 70-72.
- [5] Spady, W.G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Reviews and Answers. American Association of School Administrator, New York.
- [6] Harden, R.M. (2002) Developments in Outcome-Based Education. *Medical Teacher*, **24**, 117-120. <https://doi.org/10.1080/01421590220120669>
- [7] 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.