

基于层次分析法的地质工程专业水文地质实习效果综合评价与教学优化

胡 儒¹, 郭晓燕^{2*}, 郭 艳¹, 桂和荣¹, 李士胜¹, 王明明¹, 李新发¹, 陈逸飞¹

¹宿州学院资源与土木工程学院, 安徽 宿州

²宿州学院信息工程学院, 安徽 宿州

收稿日期: 2026年3月23日; 录用日期: 2026年4月21日; 发布日期: 2026年4月30日

摘 要

水文地质实习是地质工程专业本科教学中衔接理论知识与工程实践的核心环节, 教学方法、教学内容与实习路线的改革成效亟需科学的长效评价机制予以检验。为精准衡量实习教学质量, 本文以宿州学院地质工程专业水文地质实习为研究对象, 选取思想作风、专业素质、实习效果3个一级评价指标, 拆解出目的的态度、思想表现、组织纪律、野外记录、内容掌握、操作技能、综合能力等9个二级评价指标, 构建实习效果综合评价体系。运用层次分析法(AHP)确定各指标权重, 结合4个实习小组28名学生三次现场实践的评分数据开展实证分析, 计算学生个体及各小组的实习综合得分, 剖析实习教学中存在的指标表现差异与小组发展不均衡问题。研究表明, 专业素质是水文地质实习效果评价的核心指标, 操作技能、野外记录等二级指标的学生表现呈明显分化特征; 各实习小组中第二小组综合表现最优, 第三小组整体表现相对薄弱, 第四小组存在个体发展两极分化问题。基于成果导向教育(OBE)、建构主义学习理论、多元智能理论阐释结果成因, 从教学内容优化、实操训练强化、评价机制完善等方面提出针对性教学优化策略, 为地质工程专业水文地质实习教学模式的持续改进提供数据支撑与实践参考。

关键词

地质工程, 水文地质实习, 层次分析法, 实习效果评价, 教学优化

Comprehensive Evaluation of Hydrogeological Practice Effectiveness and Teaching Optimization for the Geological Engineering Major Based on the Analytic Hierarchy Process

*通讯作者。

文章引用: 胡儒, 郭晓燕, 郭艳, 桂和荣, 李士胜, 王明明, 李新发, 陈逸飞. 基于层次分析法的地质工程专业水文地质实习效果综合评价与教学优化[J]. 教育进展, 2026, 16(4): 1483-1495. DOI: 10.12677/ae.2026.164805

Ru Hu¹, Xiaoyan Guo^{2*}, Yan Guo¹, Herong Gui¹, Shisheng Li¹, Mingming Wang¹, Xinfu Li¹, Yifei Chen¹

¹School of Resource and Civil Engineering, Suzhou University, Suzhou Anhui

²School of Information Engineering, Suzhou University, Suzhou Anhui

Received: March 23, 2026; accepted: April 21, 2026; published: April 30, 2026

Abstract

Hydrogeological practice is a core link connecting theoretical knowledge and engineering practice in the undergraduate teaching of the Geological Engineering major. The effectiveness of reforms in teaching methods, teaching content and practice routes urgently needs to be verified by a scientific and long-term evaluation mechanism. To accurately measure the quality of practical teaching, this paper takes the hydrogeological practice of the Geological Engineering major at Suzhou University as the research object. Three first-level evaluation indicators, namely ideological style, professional quality and practice effectiveness, are selected, and nine second-level evaluation indicators are decomposed, including learning objective and attitude, ideological performance, organizational discipline, field recording, content mastery, operational skills and comprehensive ability, so as to construct a comprehensive evaluation system for practice effectiveness. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to determine the weight of each indicator. Combined with the scoring data of three field practices of 28 students in 4 practice groups, an empirical analysis is carried out to calculate the comprehensive practice scores of individual students and each group, and to analyze the problems of differences in indicator performance and unbalanced group development in practical teaching. The results show that professional quality is the core indicator for evaluating the effectiveness of hydrogeological practice, and students show obvious differentiation in second-level indicators such as operational skills and field recording. Among all practice groups, the second group has the best overall performance, the third group has relatively weak overall performance, and the fourth group has the problem of polarized individual development. Based on Outcome-Based Education (OBE), Constructivist Learning Theory and Multiple Intelligences Theory, this paper explains the causes of the results, and puts forward targeted teaching optimization strategies from the aspects of optimizing teaching content, strengthening practical operation training and improving the evaluation mechanism, so as to provide data support and practical reference for the continuous improvement of the hydrogeological practice teaching mode of the Geological Engineering major.

Keywords

Geological Engineering, Hydrogeological Practice, Analytic Hierarchy Process (AHP), Practice Effectiveness Evaluation, Teaching Optimization

Copyright © 2026 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

地质工程是一门兼具理论性与实践性的工科专业，水文地质作为地质工程专业的核心应用技术，其相关实习教学是培养学生工程实践能力、职业素养的关键环节，也是国际工程教育认证中实践能力产出的核心考核载体[1][2]。宿州学院地质工程专业立足皖北地区地质资源开发与工程建设的区域需求，近年来持续推进水文地质实习的教学改革，涵盖教学方法的多元化创新、教学内容的工程化调整、实习路线

的现场化优化等，但改革效果的量化衡量与精准反馈始终是教学改革的难点。

教学改革的落地成效最终需通过科学的评价机制来检验，建立长效、系统的实习效果评价体系，不仅能客观反映学生的实习表现与能力提升情况，更能精准定位教学改革中的薄弱环节，为教学模式的持续优化提供依据。国内外工程教育实习评价研究已形成较为完善的理论与实践体系：国外工程教育以 ABET 认证为导向，强调实习评价的成果导向、过程性、多元化，广泛采用层次分析法、模糊综合评价、数据包络分析(DEA)等定量方法，聚焦实践能力、职业素养、创新思维的综合评价，但其研究多依托研究型高校与欧美工程教育体系，与我国应用型本科院校、区域地质工程特色的适配性不足[3][4]。国内研究聚焦工科专业实习评价体系构建，早期以单一分数评定、定性评语为主，存在评价指标片面、权重分配主观、结果缺乏量化分析等问题[5]-[7]；近年逐步引入层次分析法、BP 神经网络等方法，构建涵盖思想、专业、效果的多维度评价体系，应用于地质认识实习、土木工程生产实习等场景，但仍存在三大核心不足：一是评价指标多照搬通用工科范式，缺乏水文地质实习“野外钻探、岩心编录、现场记录”的专业针对性；二是权重确定多依赖专家经验，实证数据支撑不足，评价结果的科学性有待提升；三是评价与教学优化的闭环衔接薄弱，难以实现“以评促改、以评促教”的核心目标[8]。

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)作为一种将定性分析与定量计算相结合的多准则决策方法，能将复杂的评价问题层次化，通过构造判断矩阵确定各指标的相对权重，有效解决评价过程中指标权重分配的主观性问题，被广泛应用于教育教学效果评价、工程实践考核等领域[9][10]。基于此，本文以宿州学院地质工程专业水文地质实习的现场实践评分数据为基础，对标国内外工程教育实习评价研究成果，构建贴合水文地质专业特色的三级评价指标体系，运用层次分析法确定各指标的科学权重，开展实习效果的综合量化评价；同时引入成果导向教育(OBE)、建构主义、多元智能理论阐释评价结果，精准定位教学短板并提出优化策略。本研究既弥补了国内水文地质实习专项评价研究的空白，也为应用型本科高校地质工程专业实践教学评价提供了可复制的范式，明确了与现有研究的传承与创新。

2. 水文地质实习效果综合评价指标体系构建

2.1. 指标体系构建原则

结合水文地质实习的教学目标、工程特点与地质工程专业的人才培养要求，遵循科学性、系统性、实践性、可操作性四大原则构建评价指标体系：科学性要求指标内涵明确、分类合理，贴合水文地质实习的能力培养目标；系统性要求指标覆盖实习过程的思想、专业、效果全维度，形成完整的评价体系；实践性要求指标可通过现场表现、实操成果等进行量化评分，避免抽象化；可操作性要求指标数量适中，评分标准清晰，契合本科实习教学的考核实际[11]。

2.2. 评价指标体系层次结构

根据水文地质实习的教学过程与考核重点，将评价体系划分为目标层、准则层、指标层三个层次，结合调研与教学实际，选取 3 个一级指标(准则层)，拆解为 9 个二级指标(指标层)，目标层为水文地质实习效果综合评价(O)，具体层次结构如下：

1. 准则层(一级指标)：包含思想作风(A₁)、专业素质(A₂)、实习效果(A₃)，分别对应学生实习过程中的职业素养、专业核心能力、实习成果与反思提升三个维度，贴合水文地质实习“重专业、强素养、看成果”的教学考核导向。

2. 指标层(二级指标)：对准则层进行细化拆解，每个二级指标均设定清晰的量化评分标准(80~100 分、60~80 分、0~60 分三个等级)，具体对应关系与内涵如表 1 所示。

Table 1. Comprehensive evaluation index system and scoring criteria for hydrogeological practice effectiveness**表 1.** 水文地质实习效果综合评价指标体系及评分标准

准则层 (一级指标)	代 码	指标层 (二级指标)	代 码	指标内涵与量化评分标准
思想作风	A ₁	目的态度	B ₁	实习目标与积极性: 80~100 分(目标明确、积极性高); 60~80 分(态度一般、需督促); 0~60 分(消极应付)
		思想表现	B ₂	团队协作与责任心: 80~100 分(协作强、责任心突出); 60~80 分(表现合格); 0~60 分(缺乏责任感)
		组织纪律	B ₃	实习纪律遵守情况: 80~100 分(严格遵守、无违规); 60~80 分(偶有迟到/违规); 0~60 分(纪律松散)
专业素质	A ₂	野外记录	B ₄	钻探现场记录质量: 80~100 分(完整规范、数据准确); 60~80 分(基本完整、有小错误); 0~60 分(记录混乱)
		内容掌握	B ₅	钻探专业知识应用: 80~100 分(知识扎实、灵活应用); 60~80 分(掌握基本内容); 0~60 分(理解不足)
		操作技能	B ₆	钻探设备实操能力: 80~100 分(操作熟练、安全规范); 60~80 分(需指导完成); 0~60 分(操作生疏/违规)
实习效果	A ₃	综合能力	B ₇	问题解决与创新性: 80~100 分(能力强、创新性突出); 60~80 分(能完成基本任务); 0~60 分(依赖他人)
		每日实习总结	B ₈	实习过程总结质量: 80~100 分(内容清晰、分析深入); 60~80 分(内容完整、分析较浅); 0~60 分(敷衍/抄袭)
		思想总结	B ₉	实习反思与改进: 80~100 分(反思深刻、提出改进方案); 60~80 分(有简单总结); 0~60 分(无实质性内容)

3. 层次分析法在实习效果评价中的应用

3.1. 层次分析法的核心步骤

层次分析法将复杂的评价问题分解为不同层次, 通过专家打分法构造判断矩阵, 计算矩阵的特征值与特征向量确定各指标的相对权重, 同时进行一致性检验, 确保权重分配的合理性, 核心步骤为: ① 建立层次结构模型; ② 构造判断矩阵; ③ 计算指标权重; ④ 一致性检验; ⑤ 综合权重计算与评价得分核算[12]。

3.2. 构造判断矩阵与一致性检验

3.2.1. 准则层判断矩阵(O-A)

以目标层(O)为基准, 对准则层的 3 个一级指标(A₁, A₂, A₃)进行重要性比较, 结合地质工程专业水文地质实习的教学团队(2 名专业课教师, 3 名企业钻探工程技术骨干)打分结果, 采用 1~9 标度法(1 表示两指标同等重要, 9 表示一指标较另一指标极端重要)构造判断矩阵 O-A, 如表 2 所示。其中专业素质(A₂)为水文地质实习的核心评价指标, 重要性高于思想作风(A₁)与实习效果(A₃); 思想作风与实习效果对实习评价的重要性相近。

采用和积法计算判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} , 并计算特征向量得到各一级指标的初始权重, 同时进行一致性检验, 计算一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ (n 为矩阵阶数), 结合平均随机一致性指标 RI ($n = 3$ 时, $RI = 0.58$) 计算一致性比例 $CR = CI/RI$, 当 $CR < 0.1$ 时, 判断矩阵具有满意的一致性[13]。

经计算, $\lambda_{\max} = 3.000$, $CI = 0$, $CR = 0 < 0.1$, 判断矩阵 O-A 通过一致性检验, 准则层各一级指标的权重为: $W(A_1) = 0.20$, $W(A_2) = 0.60$, $W(A_3) = 0.20$ 。

Table 2. Judgment matrix O-A (Target layer-criterion layer)**表 2.** 判断矩阵 O-A (目标层 - 准则层)

O	A ₁	A ₂	A ₃
A ₁	1	1/3	1
A ₂	3	1	3
A ₃	1	1/3	1

3.2.2. 指标层判断矩阵(A-B)

以各一级指标为基准, 对其下属的二级指标进行重要性比较, 结合实习教学实际与专家打分, 分别构造思想作风(A₁-B₁~B₃)、专业素质(A₂-B₄~B₆)、实习效果(A₃-B₇~B₉)的判断矩阵, 并完成一致性检验, 结果均满足 CR < 0.1 的一致性要求。各指标层判断矩阵的权重计算结果如表 3 所示。

Table 3. Weight table of secondary indicators at the indicator layer**表 3.** 指标层各二级指标权重表

准则层	一级指标权重	指标层	二级指标初始权重	二级指标综合权重(一级权重 × 二级初始权重)
A ₁	0.20	B ₁	1/3	0.0667
		B ₂	1/3	0.0667
		B ₃	1/3	0.0666
A ₂	0.60	B ₄	3/8	0.2250
		B ₅	2/8	0.1500
		B ₆	3/8	0.2250
A ₃	0.20	B ₇	1/4	0.0500
		B ₈	1/4	0.0500
		B ₉	2/4	0.1000

从综合权重可以看出, 操作技能(B₆, 0.2250)与野外记录(B₄, 0.2250)是水文地质实习效果评价的核心二级指标, 其次为内容掌握(B₅, 0.1500)与思想总结(B₉, 0.1000), 这一权重分布与水文地质实习“重实操、强记录、看反思”的教学考核要求高度契合。

3.3. 实习综合得分核算公式

基于层次分析法确定的各二级指标综合权重, 构建学生单次钻探实习实践表现的综合得分核算公式:

$$S = \sum_{i=1}^9 W(B_i) \times X(B_i) \quad (1)$$

公式(1)中:

S——学生单次实习综合得分;

W(B_i)——第 i 个二级指标的综合权重;

X(B_i)为第 i 个二级指标的实际评分。

对于学生三次现场实践的综合表现, 采用算术平均法计算平均综合得分:

$$S_{\text{平均}} = (S_1 + S_2 + S_3) / 3 \quad (2)$$

其中 S_1 、 S_2 、 S_3 分别为第一次、第二次、第三次现场实践的综合得分；各实习小组的综合表现以小组平均综合得分表示，即小组内所有学生的平均综合得分的算术平均值。

4. 水文地质实习效果实证分析

4.1. 数据来源

本文的研究数据为宿州学院地质工程专业水文地质实习中，4 个实习小组 28 名学生的三次现场实践过程表现评分数据，其中第一、二、三、四小组各 7 名学生，评分内容为 9 个二级指标的现场量化得分 (60~95 分)，评分主体为 3 名钻探实习指导教师，取平均分作为最终指标评分，数据真实反映了学生在水文地质实习现场的实际表现。

4.2. 学生个体实习综合得分计算

根据上述综合得分核算公式，结合层次分析法确定的指标权重，精准计算 28 名学生三次现场实践的单次综合得分与平均综合得分，各小组学生具体得分情况如表 4 所示。

Table 4. Comprehensive scores of three practices and average scores of students in each practice group

表 4. 各实习小组学生三次实践综合得分及平均得分

组别	学生编号	第一次得分(S_1)	第二次得分(S_2)	第三次得分(S_3)	平均综合得分
第一组	1	83.58	84.63	84.41	84.21
	2	76.15	80.08	72.50	76.24
	3	78.08	85.91	77.42	80.47
	4	79.00	85.63	80.00	81.54
	5	86.92	80.00	86.67	84.53
	6	83.42	80.17	82.92	82.17
	7	88.08	79.58	87.25	84.97
	小组小计	/	/	/	554.13
第二组	1	83.92	84.58	83.08	83.86
	2	84.42	86.42	84.58	85.14
	3	85.00	85.00	85.00	85.00
	4	84.58	84.92	82.58	84.03
	5	85.08	86.75	85.25	85.69
	6	83.92	85.58	84.92	84.81
	7	82.42	84.75	82.08	83.08
	小组小计	/	/	/	591.61
第三组	1	75.08	75.92	74.58	75.19
	2	73.58	76.58	75.42	75.19
	3	76.08	77.92	72.92	75.64
	4	79.00	75.08	75.42	76.50
	5	79.58	76.58	75.92	77.36
	6	72.58	74.08	70.00	72.22
	7	86.92	86.92	86.92	86.92
	小组小计	/	/	/	538.02

续表

第四组	1	82.58	79.58	84.08	82.08
	2	79.08	76.58	79.08	78.25
	3	84.08	82.58	82.08	82.91
	4	85.42	85.42	85.42	85.42
	5	79.08	77.08	80.08	78.75
	6	72.58	69.58	72.08	71.41
	7	70.08	70.08	70.08	70.08
小组小计		/	/	/	548.90

以第一组第一位同学为例，其三次实践的二级指标评分分别为：第一次[85, 85, 88, 85, 82, 80, 85, 85, 84]、第二次[85, 85, 88, 87, 85, 80, 85, 85, 87]、第三次[85, 85, 85, 85, 85, 82, 85, 83, 87]，代入公式计算得： $S_1 = 83.58$ ， $S_2 = 84.63$ ， $S_3 = 84.41$ ，平均综合得分 $S_{\text{平均}} = 84.21$ ，计算过程与结果可对所有学生形成有效参照。

4.3. 各实习小组综合表现统计分析

基于各小组学生的平均综合得分，计算各小组的平均分、最高分、最低分与方差，从整体表现、个体极值、发展均衡性三个维度分析各小组实习效果，结果如表 5 所示。方差越小表示小组内学生表现越均衡，方差越大则表示小组内个体发展两极分化越严重。

Table 5. Statistics of average comprehensive scores in hydrogeological practice for each practice group

表 5. 各实习小组水文地质实习平均综合得分统计

小组编号	人数	小组平均分(小计/7)	小组最高分	小组最低分	方差	综合表现排名
第一组	7	82.02	86.98	76.24	12.85	2
第二组	7	85.92	87.65	83.12	3.02	1
第三组	7	78.35	86.89	72.22	15.67	4
第四组	7	80.18	85.76	71.28	18.93	3

从统计结果可以看出，4 个实习小组的水文地质实习综合表现呈现明显的梯度差异，且小组内个体发展均衡性差异显著，主要特征为：

1. 第二小组整体表现最优且发展均衡：小组平均分达 85.92 分，为所有小组最高，且方差仅 3.02，小组内 7 名学生的实习表现均处于较高水平，无明显的薄弱个体，各二级指标的得分均稳定在 80 分以上，专业素质中的操作技能、野外记录与思想作风中的组织纪律表现尤为突出。

2. 第一小组表现良好但存在个体薄弱问题：小组平均分位列第二，7 同学以 86.98 分成为班级最高分，但 2 同学得分仅 76.24 分，小组内个体差异略大，主要问题为综合能力(B₇)与野外记录(B₄)指标得分偏低。

3. 第四小组表现中等且两极分化严重：小组平均分位列第三，3 同学得分居班级前列，但第 6、7 同学得分均低于 75 分，方差达 18.93，为所有小组最高，主要问题为部分学生的操作技能(B₆)与内容掌握(B₅)指标得分偏低，专业素质短板明显。

4. 第三小组整体表现相对薄弱：小组平均分最低，仅 78.35 分，除 7 同学表现优异外，其余学生的各指标得分均偏低，尤其是操作技能(B₆)、综合能力(B₇)等核心指标，得分多在 70~80 分区间，专业实操

能力与问题解决能力不足是主要短板。

4.4. 二级指标表现差异分析

4.4.1. 班级二级指标整体表现

对 28 名学生 9 个二级指标平均得分进行统计, 分析学生在各指标上的整体表现差异, 结果如表 6 所示。根据得分情况将指标表现划分为优秀(≥ 83 分)、良好(80~82.99 分)、中等(78~79.99 分)、薄弱(<78 分)四个等级, 直观反映各指标的学生掌握情况。

Table 6. Statistics of average scores of each secondary indicator
表 6. 各二级指标平均得分统计

二级指标	B ₁ 目的态度	B ₂ 思想表现	B ₃ 组织纪律	B ₄ 野外记录	B ₅ 内容掌握	B ₆ 操作技能	B ₇ 综合能力	B ₈ 每日实习总结	B ₉ 思想总结
班级平均分	82.56	81.35	83.28	80.12	81.05	79.86	78.53	80.67	82.18
指标综合权重	0.0667	0.0667	0.0666	0.2250	0.1500	0.2250	0.0500	0.0500	0.1000
表现等级	良好	良好	优秀	中等	良好	中等	薄弱	中等	良好

为更直观展现各二级指标的得分差异与权重占比, 绘制二级指标平均得分对比柱状图(图 1)。图中横轴为 9 个二级指标, 纵轴为指标平均得分, 不同颜色代表指标所属的准则层, 同时标注各指标的综合权重占比, 实现得分表现与权重重要性的双重可视化。

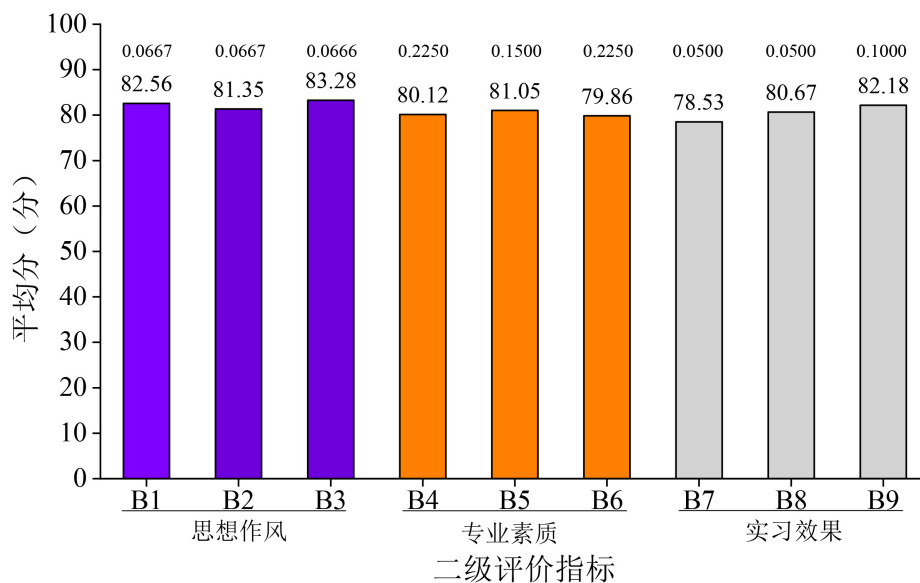


Figure 1. Comparative bar chart of average scores of secondary indicators
图 1. 二级指标平均得分对比柱状图

从指标表现与可视化结果来看, 学生在思想作风类指标(B₁, B₂, B₃)的整体表现较好, 班级平均分均在 80 分以上, 其中组织纪律(B₃)以 83.28 分获评优秀, 反映出学生的实习纪律意识与职业素养整体达标, 符合地质工程专业的职业培养要求; 实习效果类指标(B₇, B₈, B₉)呈现“一良好两中等”的特征, 思想总结(B₉)表现良好, 每日实习总结(B₈)与综合能力(B₇)为中等, 其中综合能力(B₇)以 78.53 分接近薄弱等级, 反映出学生的实习反思能力尚可, 但问题解决与创新能力不足, 是实习效果类指标的主要短板; 专业素质

类指标(B₄, B₅, B₆)作为评价核心(综合权重合计 0.60), 整体表现为“一良好两中等”, 内容掌握(B₅)为良好, 野外记录(B₄)与操作技能(B₆)为中等, 且操作技能(B₆)得分仅 79.86 分, 是专业素质类指标的最低值, 这两个核心指标的表现不佳直接制约了学生整体实习效果的提升。

4.4.2. 各小组核心二级指标表现对比

选取专业素质类的野外记录(B₄)与操作技能(B₆)两个核心二级指标(综合权重均为 0.2250), 计算各小组在这两个指标上的平均得分, 结果如表 7 所示, 并绘制各小组核心专业素质指标平均分对比柱状图(图 2), 分析各小组在核心指标上的表现差异。

Table 7. Statistics of average scores of core secondary indicators for each practice group

表 7. 各实习小组核心二级指标平均得分统计

小组编号	野外记录(B ₄)平均分	操作技能(B ₆)平均分	核心指标平均分(B ₄ + B ₆)/2
第一小组	82.14	80.29	81.22
第二小组	86.43	85.71	86.07
第三小组	76.86	75.14	76.00
第四小组	79.29	77.86	78.58

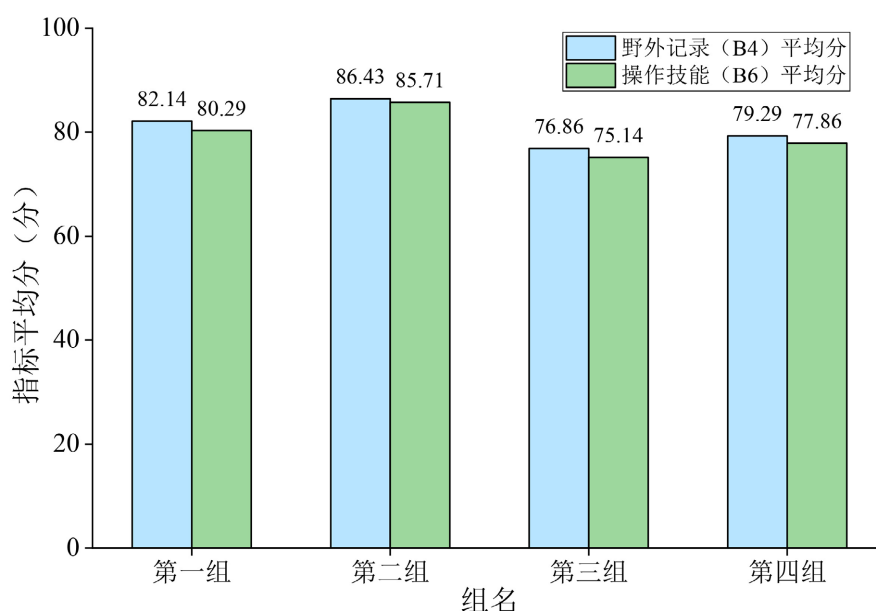


Figure 2. Comparative bar chart of average scores of core professional quality indicators for each practice group

图 2. 各实习小组核心专业素质指标平均分对比柱状图

从各小组核心指标表现来看, 第二小组在野外记录与操作技能上的平均分均为最高, 且均突破 85 分, 体现出该小组学生扎实的专业实操能力与规范的工程记录习惯, 这也是其整体表现最优的核心原因; 第一小组核心指标平均分位列第二, 野外记录表现较好, 但操作技能仍有提升空间; 第四小组核心指标平均分位列第三, 两个指标得分均在 78~80 分区间, 专业素质处于中等水平, 且小组内部分学生得分偏低, 拉低了整体水平; 第三小组核心指标平均分最低, 两个指标得分均低于 77 分, 专业实操能力与工程记录能力的双重薄弱, 是该小组整体表现不佳的关键因素。

此外, 对各小组在综合能力(B₇)这一薄弱指标上的表现分析发现, 第二小组平均分达 82.14 分, 远高

于班级平均水平，而第三、四小组平均分仅为 76.00 分、75.86 分，反映出优秀小组在问题解决与创新能力的培养上的优势，也为后续教学优化指明了重点方向。

5. 基于评价结果的讨论

5.1. 研究结果的教育理论阐释

5.1.1. 成果导向教育(OBE)理论

OBE 理论强调“以学生最终学习成果为核心、反向设计教学与评价”，本研究中专业素质指标权重占比达 0.60，操作技能、野外记录权重均为 0.2250，完全契合 OBE“聚焦核心实践成果产出”的核心理念。学生在操作技能、野外记录指标得分偏低，本质是水文地质实习核心成果产出不足，反映传统教学中“重理论讲授、轻实操训练”的惯性问题；第二小组表现最优，源于其核心实践成果达成度最高，验证了 OBE 理论在实践教学评价中的适用性。

5.1.2. 建构主义学习理论

建构主义认为学习是学生在情境中主动建构知识、协作互动的过程，而非被动接受。本研究中第四小组个体两极分化、第三小组整体薄弱，本质是学生主动建构知识的能力不足、小组协作效能低下；第二小组方差仅 3.02、发展均衡，得益于小组内成员的协作探究与经验共享，印证了“协作学习、情境实操”对实习效果的提升作用。

5.1.3. 多元智能理论

多元智能理论指出学生存在语言、逻辑、实操、人际等多元智能差异，实习评价应覆盖多维度能力。本文评价体系包含思想作风、专业素质、实习效果三大维度，匹配学生多元智能发展特征；学生在野外记录(实操智能)、综合能力(逻辑智能)、思想总结(内省智能)上的表现差异，是多元智能发展不均衡的直接体现，也为“因材施教、个性化教学”提供了理论依据。

5.2. 水文地质实习教学优化策略

结合层次分析法的评价结果，针对水文地质实习教学中存在的专业素质核心指标表现薄弱、小组发展不均衡、学生综合能力不足等问题，从教学内容、教学方法、实习管理、评价机制四个方面提出针对性的教学优化策略，推动教学方法、教学内容、实习路线改革的落地见效，实现实习教学模式的持续优化。

5.2.1. 优化教学内容，强化专业素质核心指标的培养

针对专业素质中操作技能、野外记录表现薄弱的问题，结合水文地质勘查的工程实际优化教学内容，突出实操性与工程化，将核心指标的培养融入教学全过程：

1. 强化钻探设备岩心编录实操训练：增加钻探设备操作及岩心编录的课时占比，将实操训练分为“理论学习 - 基础操作 - 现场实操”三个阶段，基础操作阶段在实验室进行，现场实操阶段在实习基地进行，确保学生从“会操作”到“熟练操作”。针对第三、四小组的薄弱学生，设置实操专项训练，由指导教师一对一辅导，补齐实操能力短板。

2. 开展野外记录专项指导：编制《水文地质野外记录规范手册》，明确记录内容、格式、数据精度要求，在实习过程中设置专项指导环节，指导教师对学生的野外记录进行实时批改、现场纠错，建立“记录 - 批改 - 反馈 - 整改”的闭环管理。每学年开展野外记录优秀案例评比，以第二小组的优秀记录为范本，供全年级学生参考学习，培养学生规范、准确的工程记录习惯。

3. 融合专业知识与工程实际：将水文地质的理论知识与实习现场的工程案例相结合，针对不同地质

条件的钻探工艺、勘查目的、问题处理等内容进行现场讲解，提升学生专业知识的灵活应用能力。设置地质条件与钻探工艺匹配专题课程，解决内容掌握(B₅)指标的应用短板，让学生能将理论知识转化为实操能力。

5.2.2. 创新教学方法，提升学生的综合能力与创新思维

针对学生综合能力(B₇)表现薄弱的问题，摒弃“教师讲、学生听”的传统教学方法，采用任务驱动、项目导向、小组协作的多元化教学方法，以能力培养为核心设计实习教学环节：

1. 实施任务驱动式教学：将水文地质实习划分为多个具体的工程任务，如“某地质剖面的钻探取样”“钻探设备故障排查”“水文地质数据整理与分析”等，让学生以任务为目标开展实习，在完成的过程中自主发现问题、解决问题，培养问题解决能力。为每个任务设置基础要求与提升要求，满足不同水平学生的学习需求。

2. 引入项目导向式实习：结合皖北地区地质工程实际项目，选取小型水文地质项目作为实习内容，让学生以实习小组为单位完成项目的钻探方案设计、现场施工、成果总结全流程。项目实施过程中，教师仅进行方向性指导，由学生自主制定方案、分工协作，提升学生的工程实践能力与创新思维。

3. 推行小组协作式学习：打破固定的实习小组划分模式，根据学生的第一次实习表现进行异质分组，将表现优异的学生与薄弱学生分为一组，通过小组内的技能交流、经验分享，实现学生间的优势互补。设置小组协作任务，如小组共同完成一份水文地质实习报告，培养学生的团队协作能力，同时改善思想表现(B₂)指标的个体差异问题。

5.2.3. 完善实习管理，促进各小组的均衡发展

针对各实习小组发展不均衡、第三小组整体薄弱、第四小组两极分化的问题，从实习分组、现场指导、过程管理三个方面完善实习管理体系，实现因材施教、精准帮扶：

1. 实施动态异质分组：根据学生的第一次实习表现进行动态异质分组，将不同水平、不同特长的学生重新组合，避免“优者更优、弱者更弱”的马太效应[14]。实习过程中根据学生的表现变化，适时调整分组，确保每组均有能力突出的学生起到带动作用。

2. 开展个性化现场指导：建立学生实习档案，记录每个学生的薄弱环节与能力短板，针对不同小组、不同学生开展个性化指导。对第三小组重点进行操作技能、野外记录的基础指导，从最基本的设备操作、记录格式教起；对第四小组的薄弱学生进行一对一的实操辅导，跟踪其学习进度；对第一、二小组的优秀学生进行拔高指导，布置创新性任务，如“水文地质勘查方案设计”“钻探工艺的优化设计”等，培养其创新能力与工程设计能力。

3. 加强实习过程的动态监控：建立“指导教师-小组组长-学生”的三级过程监控体系，小组组长每日反馈学生的实习表现，指导教师定期对各小组的实习进度、成果进行检查，及时发现并解决实习过程中的问题。设置实习周测，对学生的操作技能、野外记录、内容掌握等核心指标进行每周考核，及时掌握学生的能力提升情况，确保所有学生的实习进度与能力提升保持同步。

5.2.4. 健全长效评价机制，实现教学改革的闭环优化

以层次分析法的评价体系为基础，构建量化与定性结合、过程与结果并重、评价与反馈联动的长效实习效果评价机制，为教学改革提供持续的反馈与支撑，让评价成为教学优化的“指挥棒”：

1. 完善评价指标与权重动态调整机制：根据水文地质行业的发展需求与专业人才培养目标的调整，动态优化实习效果评价指标体系，对各指标的权重进行适时调整。例如，随着地质工程数字化发展，可增加“钻探数字化操作”相关指标；针对学生综合能力薄弱的问题，适当提高综合能力(B₇)的权重，确保

评价体系始终贴合教学与工程实际。

2. 推行过程性与终结性相结合的评价：将学生的实习过程表现(如日常实操、野外记录、小组协作、周测成绩)与终结性成果(如实习报告、思想总结、项目成果)纳入评价体系，过程性评价占比 60%，终结性评价占比 40%，避免“一考定成绩”的片面性。过程性评价由指导教师、小组组长共同打分，确保评价的客观性。

3. 建立评价结果的反馈与应用机制：将实习效果的评价结果进行系统分析，精准定位教学改革中的薄弱环节，形成《实习教学质量分析报告》。将报告结果应用于教学方法、教学内容、实习路线的后续改革，例如针对操作技能薄弱的问题，优化实习路线，增加现场实操的实习基地；针对综合能力不足的问题，创新教学方法，引入项目导向式实习。实现“评价 - 反馈 - 改革 - 优化”的闭环管理，推动水文地质实习教学质量的持续提升。

6. 结论

本文以宿州学院地质工程专业水文地质实习为研究对象，构建了包含 3 个一级指标、9 个二级指标的实习效果综合评价体系，运用层次分析法确定了各指标的科学权重，结合 28 名学生的三次现场实践评分数据开展了全方位、精细化的实证分析，得出以下主要结论：

1) 层次分析法能有效解决水文地质实习效果评价中指标权重分配的主观性问题，评价结果显示，专业素质是水文地质实习效果评价的核心准则层指标(权重 0.60)，操作技能与野外记录是核心指标层指标(综合权重均为 0.2250)，这一权重分布与水文地质实习“重实操、强记录、看反思”的教学考核要求高度契合，验证了评价体系的科学性与合理性。

2) 地质工程专业 4 个实习小组的水文地质实习综合表现呈明显梯度差异，第二小组整体表现最优且发展均衡(平均分 85.92，方差 3.02)，第一小组表现良好但存在个体薄弱问题，第四小组两极分化严重(方差 18.93)，第三小组整体表现相对薄弱(平均分 78.35)；学生在思想作风类指标的表现整体较好(组织纪律获评优秀)，专业素质类核心指标(操作技能、野外记录)与综合能力指标表现薄弱，是实习教学的主要短板。

3) 各小组在核心专业素质指标上的表现差异是导致小组整体发展不均衡的关键因素，第二小组在野外记录与操作技能上的平均分均突破 85 分，而第三小组两个指标平均分均低于 77 分，核心能力的差距直接反映在整体实习效果上。

4) 基于 OBE、建构主义、多元智能理论阐释结果成因，从教学内容、教学方法、实习管理、评价机制四个方面提出的教学优化策略，针对性解决了实习教学中存在的核心问题，为水文地质实习教学模式的优化提供了实践参考，同时构建的长效评价机制，能为教学方法、教学内容、实习路线的改革提供持续的量化反馈与支撑。

水文地质实习是地质工程专业实践教学的核心环节，教学改革与评价机制构建是一个持续优化、动态调整的过程。后续研究可在本评价体系的基础上，引入模糊综合评价法，结合定性评语与定量评分，进一步提升评价结果的客观性与全面性；同时可扩大研究样本，结合多届学生的实习数据开展纵向分析，探究教学优化策略的实施效果；此外，还可结合行业发展需求，增加数字化、智能化钻探相关评价指标，让评价体系更贴合现代地质工程行业的人才培养要求，为地质工程专业水文地质实习教学的长效发展提供更丰富的理论与实践支撑。

基金项目

宿州学院 2022 年博士(后)科研启动基金项目(2022BSK011)；宿州学院省级质量工程项目《新工科背

景下地质工程专业水文地质实习教学模式改革与实践》(2024sx157); 宿州学院校级教材建设项目(szxy2024jcjs01); 宿州学院校级质量工程项目(szxy2024jyxm17, szxy2024ksjy14, szxy2025ksjy04, szxy2025rgzn06); 安徽省校企合作实践教育基地(2023xqhz066); 宿州学院质量工程结项项目(2022jyxm1615); 省教育厅自然科学创新团队项目(2022AH010081)。

参考文献

- [1] 蒋玺, 冷霞, 安思维, 等. 新时代地质认识实习基地的建设和实践——以贵州大学牛蹄关“三全育人”实践基地为例[J]. 中国地质教育, 2025, 34(4): 88-93.
- [2] 杨伟峰, 梁家铭, 夏筱红, 等. 地质工程专业实习实践能力培养与改革创新[J]. 高教学刊, 2023, 9(18): 38-41.
- [3] 李盛兵, 周大志. 国外工程教育学科发展: 动因、制度与建制及未来展望[J]. 深圳职业技术大学学报, 2025, 24(5): 11-20.
- [4] 崔超鹏, 等. 国外顶尖工科院校提高教育质量的实践经验[J]. 佳木斯大学社会科学学报, 2025, 43(7): 147-151.
- [5] 程岗, 符磊, 张鹏, 等. 新工科视域下工程实践教学改革路径探索[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(24): 63-66.
- [6] 郑茹敏, 高多多. 应用型专业学生实习效果的评价、影响因素与管理研究[J]. 生活教育, 2025(35): 83-87.
- [7] 董会, 张晓磊. 新工科背景下地方高校工科专业生产实习瓶颈与改革[J]. 高教学刊, 2024, 10(18): 152-155.
- [8] 王秀梅. 工科高校创新人才培养及评价研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 华北电力大学(河北), 2009.
- [9] 丁继红, 郭丽媛, 张文轩, 等. 基于 AHP-BPNN 方法的高校学生人工智能素养指标体系构建[J]. 远程教育杂志, 2025, 43(1): 46-56.
- [10] 马燕, 汪爱珠, 郭惠芬, 等. 基于 AHP 的教师教育学科群评价指标体系研究[J]. 现代教育管理, 2021(7): 81-88.
- [11] 王亚云. 基于文献计量分析的国内外 OBE 教育理念研究现状与发展趋势[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(10): 70-75+79.
- [12] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2012, 42(7): 93-100.
- [13] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报, 2008(5): 148-153.
- [14] 张和平, 汤发庚, 熊宇. 马太效应测度: 一种新的方法与应用[J]. 统计与决策, 2021, 37(3): 36-40.