“1+3+2”理念下《土木工程材料》与 BIM 课程衔接的教学设计—以构件选材任务为例

韩雨东[1,*]，林增华[1]，刘昱[1]
1. 辽宁科技大学，土木工程学院，辽宁 鞍山，114051

摘要：《土木工程材料》和 BIM 课程面向同一批学生开设，材料性能知识如何进入构件模型是两门课衔接中的具体问题。本文以 BIM 教学模型中的现浇框架梁为任务对象，提出利用材料课学生原始试验记录开展混凝土选材讨论。学生核对材料或配合比编号、实测指标、测试条件与来源，在 BIM 课程记录构件材料属性；当施工条件改变时，再依据已核验的数据修订选材说明。本文给出四个教学节点、原始记录转写办法及学生作品的评价方法，说明“1+3+2”理念如何落实到材料、构件和数据分析的学习活动中。本文为教学设计，尚未报告课堂实施效果。

关键词：土木工程材料；BIM；课程衔接；材料数据；构件选材；1+3+2 教育理念

Teaching Design Connecting Civil Engineering Materials and BIM Courses under the 1+3+2 Educational Framework

Han Yudong[1,*], Lin Zenghua[1], Liu Yu[1]
1. University of science and technology Liaoning, School of civil engineering, Anshan, Liaoning, China, 114051

Abstract: Civil Engineering Materials and Building Information Modeling (BIM) are taught to the same cohort. This paper proposes a component-selection task that uses original laboratory records submitted in the materials course. Students verify mixture identifiers, measured properties, test conditions, and data provenance before recording material attributes for a cast-in-place beam in a BIM teaching model. They then reconsider their selection when the construction condition changes. Four proposed teaching sessions, a method for transferring verified records, and an assessment plan are presented. This is a teaching design; no classroom outcomes are reported.

Keywords: Civil engineering materials; BIM; Course connection; Materials data; Component selection; 1+3+2 educational framework

《土木工程材料》课要求学生解释试验记录，BIM 课要求他们为构件填写材料属性。两门课由同一批学生修读，但实验报告中的数值未必会进入模型；模型中的材料名称也未必附有选用依据。为打通这一环节，本文以 BIM 教学模型中的现浇框架梁为对象，让学生依据材料课的原始记录提出选材意见，再将指标、条件和来源写入构件属性。该梁只用于课程任务，不对应实际工程。

已有《建筑材料》课程改革研究讨论了能力导向的内容重组与产教融合[1]；钢渣再生混凝土配合比教学设计则将试验记录与方案修正纳入同一任务[2]。辽宁科技大学“1+3+2”理念强调一个铸魂体系、三类知识和两种能力[3]。BIM 教学研究已涉及项目式学习和本科课程体系中的 BIM 嵌入[4-5]。在这些工作的基础上，本文把问题限定为两门课之间的一次信息传递：学生能否把材料课的试验判断带入 BIM 构件，并在施工条件改变后解释选材意见为何改变。

1 教学目标与跨课程问题转化

1.1 能力目标与学习证据

材料课的学习目标是读懂指标、单位、试验条件和数据来源；BIM 课进一步要求学生判断这些信息与构件的关系，并保留来源。施工条件变化后，学生需重新审视原选材意见，说明修改或保留的理由。目标、任务与评价材料据此对应[6]：教师保存初选说明、核验后的数据表、BIM 属性记录和修订说明，用以追踪判断依据的变化。

1.2 “1+3+2”理念的课程落点

课程中的价值引领落在两个细节上：学生不得把未经核验的数据当作确定值，也要说明材料选择对工程质量的影响。本专业知识用于解释材料组成、性能和试验结果；相关专业知识帮助学生理解构件用途与施工限制；BIM 和基础数据处理提供跨专业工具。查找并核查资料需要自主学习，在限制条件下比较材料方案则要求学生解决具体问题。图 1 展示这些目标与教学任务的关系。

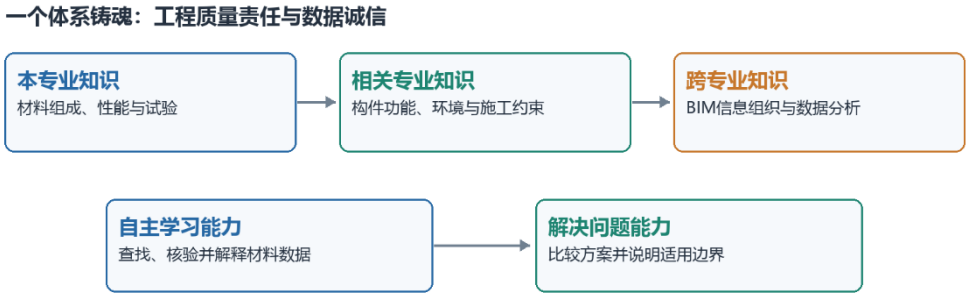


图 1 “1+3+2”理念与双课程目标的映射

Fig. 1 Mapping the 1+3+2 framework to objectives across two courses

2 材料数据驱动的双课程任务设计

2.1 共同工程情境与任务边界

课程任务选取 BIM 教学模型中的一根现浇框架梁。教师拟从材料课的原始试验记录中筛出至少两组可比的混凝土材料或配合比，逐项核对试件编号、测试龄期、方法和单位。学生先按常规浇筑条件选材，再讨论钢筋较密时的浇筑限制。他们须指出现有记录能够支持哪些判断、还缺什么数据，并将材料编号、指标、来源和适用条件写入 BIM 属性表。未测试的项目标记为“未测试”。这项任务训练选材论证与信息表达，不承担结构设计或规范验算。

任务单要求学生依据材料课收取并核验的原始记录，比较至少两组候选混凝土。首先提出常规浇筑条件下的选材意见；随后加入“梁内钢筋较密”的条件，说明是否需要修订。每次判断都须写出所依据的记录，以及尚需补测的指标。教师将材料编号、实测指标、单位、龄期和试验条件汇入课程数据表。

学生任务要求：①逐条核对原始记录、单位、试件编号和龄期；②仅对测试条件可比的记录进行性能比较，并给出暂定选材意见；③列出缺少的配合比、耐久性、施工要求等信息，不把试验均值直接当作设计强度；④在 BIM 梁构件或配套属性表中填写材料编号、实测值、单位、原始记录来源、适用条件及版本；⑤在施工条件变化后保留或修改原意见，逐条解释理由。若数据不足以支持选材结论，应明确提出补测或补充资料的要求。

2.2 数据分析与编程的嵌入方式

主动学习强调学生亲自处理问题[7]，项目式学习也重视作品所呈现的判断过程[8]。因此，编程放

在数据核验之后：教师提供简短代码，供学生检查单位和缺项，绘制条件可比的性能记录。若图形与原始记录不符，先查清原因，再决定如何处理异常值。已有土木与环境工程课程把机器学习用于具体数据任务，同时指出学生编程基础差异带来的教学困难[9]。本任务无需预测模型；只有训练数据足够时才设置机器学习拓展练习，并要求说明验证方式和误差。选材仍须依据可追溯的试验或资料数据。

2.3 跨课程实施流程

任务拟分四个教学节点，每节点约 2 学时，具体安排按课表调整。前两个节点在材料课：发布梁构件选材问题，完成试验，核对原始记录，并借助代码检查单位、缺项和可比性。后两个节点在 BIM 课：先将材料属性及来源写入梁构件，再加入“钢筋较密”的条件，修订或保留选材意见。图 2 示出这条任务链。各组提交初选说明与原始记录、数据核验表、BIM 属性截图或导出表，以及条件变化后的修订说明；同一任务编号贯穿两门课。



图 2 材料数据到 BIM 构件选材的跨课程任务链

Fig. 2 Cross-course task sequence from materials data to BIM-based selection

3 评价指标与证据采集

课前诊断可用三道简短问题展开：给出抗压强度数值，要求学生写出龄期与来源；给出工作性和强度表现不同的两份记录，要求他们指出还需核查什么；给出 BIM 材料属性，检查是否记录单位和适用条件。三题对应后续任务的主要判断点。

评价的重点是选材理由及其证据，而非模型是否建成。表 1 列出材料理解、数据可信性、跨课程迁移和工程论证四个维度。可先采用等权评分，正式授课前再与两门课大纲核对，并用少量匿名作品试评。分析性量规有助于提高评分一致性，但不能单凭量规保证评价有效[10]。初选和修订说明使用同一标准；BIM 属性另检查单位、来源和适用条件。

表 1 跨课程学习成果的评价维度与证据

Table 1 Assessment dimensions and evidence for cross-course learning

评价维度	主要观察点	保留证据
材料理解	指标解释、试验条件与单位准确性	初始方案、实验或数据说明
数据可信性	来源、清洗、异常和缺失值处理	原始数据、代码与处理记录
跨课程迁移	材料属性与构件需求的对应关系	BIM 模型、属性来源表
工程论证	约束识别、方案比较与适用边界	终稿、版本差异与答辩记录

比较两版选材说明时，需区分“增加了证据”和“只改了答案”。数据表与 BIM 属性记录可帮助教师判断修改发生在哪一步。对设备或课时限制下无法测试的指标，应在任务发布时说明可用的替代资料及其边界，不能在评分时要求学生补交不存在的实测值。图 3 表示作品、评价和反馈的关系。

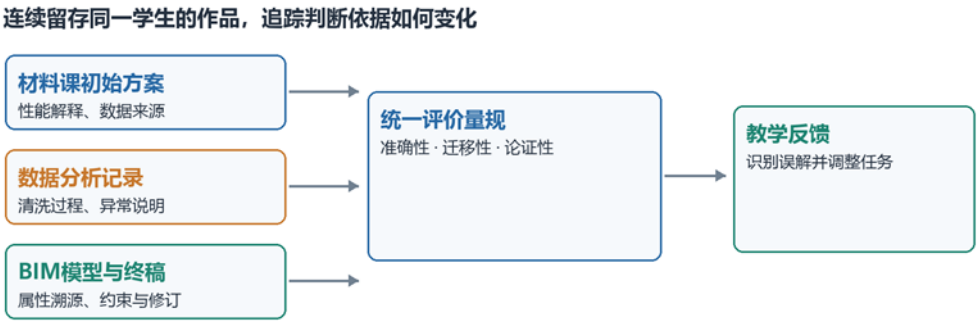


图 3 跨课程学习证据与教学反馈流程

Fig. 3 Evidence collection and feedback across two courses

4 教学实施与任务调整

两门课通过材料编号和课程数据表衔接。材料课完成测试与记录核对后，教师统一指标名称、单位和来源字段；BIM 课沿用这张表填写梁构件属性。若授课时间相隔较久，数据表可先保留，待 BIM 课讲到构件建模时继续使用。

课堂反馈集中在三个问题：记录是否具有可比性；构件属性能否追溯到试验记录；浇筑条件改变后，现有数据是否仍支持原选材意见。遇到缺项，学生先注明“未测试”，再提出补测或查找资料的办法。教师在初选说明和修订说明中写明需要补强的证据，让学生据此修改。

5 讨论

该任务的难点不在于给构件填入一个数值，而在于说明数值的试验条件及其使用边界。原始记录、属性表和前后两版说明可以显示学生是否真正修订了判断依据。代码只用于核查和呈现数据，材料适用性仍由学生论证。

具体做法取决于两门课的进度。BIM 课尚未讲到自定义属性时，可先用模型外的统一属性表保存来源；数据量不足时，不安排机器学习预测。无论采用哪种工具，学生都需说明现有证据支持什么、哪些判断仍待验证。

6 结语

本文以框架梁选材贯通《土木工程材料》与 BIM 课程，形成四节点教学设计。材料课的原始记录经过核验后进入 BIM 属性表，施工条件改变时，学生据此修订选材说明。文章给出了任务安排、信息交接方式和评价依据；课堂效果尚无证据，故不作效果判断。

参考文献

[1] 刘昱, 林增华, 李昊, 等. 《建筑材料》课程教学改革与实践探索——基于能力导向与产教融合的视角[J]. 中国科学与技术学报, 2026, 2(1): 78-81.

[2] 刘昱, 林增华, 李昊, 等. 产教融合背景下土木工程材料试验课程项目化教学设计——以钢渣再生混凝土配合比设计为例[J]. 中国科学与技术学报, 2026, 2(6): 47-51.

[3] 辽宁科技大学. 辽科大党委书记孟劲松为 2026 级新生上“开学第一课”[EB/OL]. (2026-09-07)[2026-10-20]. https://www.ustl.edu.cn/news/info/1003/13375.htm.

[4] Ma J, Tao Y. Learning outcomes of civil engineering students in PBL based on building information modeling[J]. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 2023, 18(7): 89-102.

[5] Del savio A A, Velarde K G, Díaz-garay B, et al. A methodology for embedding building information modelling (BIM) in an undergraduate civil engineering program[J]. Applied Sciences, 2022, 12(23): 12203.

[6] Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment[J]. Higher Education, 1996, 32(3): 347-364.

[7] Prince M. Does active learning work? A review of the research[J]. Journal of Engineering Education, 2004, 93(3): 223-231.

[8] Guo P, Saab N, Post L S, et al. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures[J]. International Journal of Educational Research, 2020, 102: 101586.

[9] Gorgoglione A, Otegui X, Goliatt L. Integrating machine learning into environmental engineering education: Design, implementation, and outcomes of an interdisciplinary course[J]. Computer Applications in Engineering Education, 2026, 34(5): e70270.

[10] Jonsson A, Svingby G. The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences[J]. Educational Research Review, 2007, 2(2): 130-144.

基金项目：辽宁省普通高等学校本科教学改革研究项目：2025YBXM0215。

[1,*]**第 1 作者&通讯作者简介：**韩雨东（1985-），男，硕士研究生，副教授，研究方向：建筑材料、结构优化设计、BIM 深化设计。E-mail: hanyudong@ustl.edu.cn。