附件 1

西安科技大学本科生教学案例库（科研转化本科生实验项目）建设项目

申报书

项 目 名 称：“蝶形塑性区”理论科教融合案例库

项 目 种 类：科研转化

适 用 课 程：《采矿学》、《井巷工程》、《智能采矿实验》

专 业 名 称：采矿工程

学 院 名 称：能源与矿业工程学院

项目负责人：王志刚

西安科技大学教务处 制

2025 年 11 月 10 日

一、基本情况表

申请人姓名	王志刚	性　别	男	出生年月	1989.09
所在学院	能源与矿业工程学院	专业方向	采矿工程	职　称	副教授
最高学历	博士	电子邮箱	zhigangwong@xust.edu.cn	联系电话	18691832297

近三年承担教学情况

序号	课程名称	时间
1	《采矿学》	2025.08-2025.12
2	《采矿学课程设计》2 个班	2025.12-2026.01
3	《矿业工程概论》	2025.09-2025.11
	《智能采矿实验》	2025.02-2025.04
	《采矿学》	2024.08-2024.12
	《采矿学课程设计》2 个班	2024.12-2025.01
	《矿业工程概论》	2024.09-2024.11
4	《智能采矿实验》	2024.02-2024.04
5	《采矿学》4 个头	2023.08-2023.12
6	《矿业工程概论》	2023.09-2023.11
7	《采矿学课程设计》2 个班	2023.12-2024.01
8	《碳中和与新能源技术概论》	2023.10-2023.12

	9	《采矿工程专业认识实习》或《采矿工程专业生产实习》			每年 7 月份	
	10	《采矿工程专业毕业实习》和《采矿工程专业毕业设计》			每年 2 月至 6 月 每年 3 名学生	
项目组主要成员	姓名	出生年月	职称	工作部门	学术或业务专长	签名
	丁自伟	1987.05	教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	
	柴敬	1964.01	教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	
	杨健锋	1992.03	副教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	
	张云	1990.11	副教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	
	王红胜	1976.01	教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	
	肖江	1971.02	副教授	能源与矿业工程学院	采矿工程	

二、项目依据

1.案例库项目：案例库建设的意义；国内外相关案例库建设概况、发展趋势；案例库应用前景、实用价值；前期已开展的相关工作。

一、案例库建设的意义

我校作为以矿业工程为特色优势学科的高校，将矿业工程学科领域科研成果转化为本科生采矿学课程案例库，并非简单的教学资源补充，而是针对本科生“学不懂理论、用不上知识、不认同专业”的痛点，对本科教学资源的深度重构，其意义贯穿本科生培养全流程，且紧密契合学校服务西部矿业发展的定位。

从本科生认知与能力培养来看，案例库将有效破解传统教学中理论与工程实际、教学与科研相脱节的问题。这些源自西部矿井真实需求的科研成果（如智能采矿、绿色充填、深部灾害防治等），经“轻量化改造”后成为适配本科知识点的案例，通过三维模型、现场视频等素材让比较抽象的岩石力学、井下巷道布置系统等现场工程理论“可视化”，更以“问题提出—方案设计—效果验证”的简化流程，引导本科生模仿工程分析过程，逐步建立“用理论解决实际问题”的工程化思维。同时，案例中“西安科大研发”的标识与科研团队驻矿攻关的故事，能让本科生直观感知母校学科实力，纠正对采矿行业“脏累差”的传统刻板印象，进而建立专业认同与现代采矿工程师的职业情怀。

在教学模式革新层面，案例库精准适配本科生注意力集中时间短、偏好互动的学习特点，推动本科教学从“单向灌输”转向“轻量化、互动式”模式。复杂科研成果被拆解为对应课程章节的“小案例”，避免本科生因案例复杂而畏难后退；围绕案例设计的小组辩论、模拟路径规划等低门槛互动活动，显著提升学习主动性；线上开放的 5-8 分钟案例视频、三维截图与线下实验室的模拟实验相结合，形成“线上看案例、线下做验证”的闭环学习场景，有效激发本科生学习兴趣。

对本科教师而言，案例库搭建了“科研—教学”很好的衔接桥梁，助力教师因材施教。案例库提供的“入门级—进阶级—拓展级”梯度化素材，可满足不同班级（普通班、卓越班、智能开采班）的教学需求，配套的教学指南明确知识点与讲解重点，降低了科研成果转化为本科教学内容的难度；不同科研方向教师（灾害防治、智能采矿等）的协同共建，还能避免教学内容“偏科”，确保本科生获取全面的专业基础。

从本科生未来发展来看，案例库紧密对接就业与深造需求，提升其核心竞争力。

案例多源自陕煤、宁煤、兖矿等西部合作企业，场景与企业生产需求高度契合，本科生通过学习掌握的智能监测、绿色充填等能力，可直接适配岗位需求，缩短毕业后的岗位适应期；案例中的科研逻辑与数据采集、方案分析等内容，也为计划考研的本科生夯实了科研思维基础。此外，案例库通过产教融合基地向企业开放，还能为本科生提供岗前培训、企业实践的机会，提前搭建行业资源桥梁。

综上，该案例库的建设最终将实现“让本科生在案例中理解理论、在实践中掌握能力、在认知中认同专业”的培养目标，为西部矿业行业输送“基础扎实、实践能力强、职业素养高”的本科人才提供支撑，促进矿业工程领域教育-科技-人才一体化发展，既是我校矿业工程学科特色传承的载体，也是连接本科教育与行业发展的关键纽带。

二、国内外相关案例库建设概况与发展趋势

在科研成果转化为本科生采矿学课程案例库的实践中，国内外高校与企业已形成各具特色的建设模式。国内方面，西安科技大学聚焦西部煤炭开发需求，构建覆盖智能与绿色开采的案例库，分“入门级-进阶级-拓展级”设计素材，配套梯度化教学指南，将陕北智能综采、黄土高原矿区生态修复等科研成果转化为适配本科知识点的教学内容；中国矿业大学（北京）融合虚拟仿真技术，开发综采放顶煤 VR 实验，并联合企业打造“科技矿场”项目，让学生通过井下实操掌握智能充填等技术；贵州理工学院以跨学科竞赛为驱动，将矿山压力智能决策平台成果融入案例，引导学生结合大数据与力学知识解决工程问题。国外实践中，美国科罗拉多矿业学院以阿拉斯加 Pebble 铜金矿项目为核心，通过角色扮演与辩论，引导学生从地质、环境、政策多维度分析采矿可行性，培养批判性思维；德国亚琛工业大学依托欧盟“NEW-MINE”项目，将废弃矿山资源回收技术转化为案例，整合地质、材料等多学科知识，并通过“Reallabor Nivel Stein”项目让学生在真实矿山测试智能技术；芬兰 MINETRAIN 项目则以 Pyhä Salmi 矿为基地，构建覆盖矿山全生命周期的案例库，结合实地操作与虚拟现实技术，强化学生工程决策能力。

当前，这类案例库建设呈现出鲜明的发展趋势。技术层面，VR/AR、数字孪生、物联网等技术广泛应用，如中国矿大的虚拟仿真实验、德国亚琛的数字孪生矿山模型，推动“线上+线下”混合式教学落地；学科维度，案例库突破单一工程技术范畴，

向跨学科融合转型，美国科罗拉多矿业学院的案例整合法律与社会学知识，贵州理工学院的案例结合大数据分析，助力学生形成系统思维；绿色可持续成为核心方向，国内外案例库纷纷纳入矿区生态修复、碳足迹核算等内容，如安徽淮北煤矿塌陷区治理、德国废弃矿山再利用案例，契合全球碳中和需求；校企合作不断深化，我校与陕煤集团、美国南达科他矿业学院与卡特彼勒的合作，让案例直接源自真实工程，既提升案例真实性，又为学生搭建就业桥梁；教学模式上，更注重学生主体性，通过角色扮演、小组模拟、自适应学习平台等，实现互动式与个性化学习，如科罗拉多矿业学院的辩论活动、我校的案例讨论设计。

总体而言，科研成果转化为采矿学课程案例库，是衔接本科教学与行业需求、培养现代采矿人才的关键路径。国内外实践已证明，案例库需兼顾技术前沿性、学科交叉性与教学适配性，未来将进一步向多学科深度融合、全生命周期管理、可持续发展方向演进，成为培养“懂技术、善创新、有情怀”的采矿工程师的重要教学载体。

三、案例库应用前景与实用价值

科研成果转化为本科生采矿学课程案例库，是采矿工程学科教育创新与行业转型需求深度耦合的核心产物，其应用前景覆盖教学、学科、行业、区域发展等多维度，实用价值则直接作用于学生、教师、学校、行业及社会等不同主体，最终形成“教学促进科研，科研反哺教学了；教育赋能产业、产业反哺教育”的良性循环。

从应用前景来看，案例库将突破传统教学边界，实现多场景延伸与多维度拓展，且深度适配西部矿业特色难题。在教学场景中，它会深度融入“课前-课中-课后”全流程：课前通过轻量化案例照片、简化流程图（锚注加固工艺步骤）帮助学生感知理论对应的工程场景，课后还能链接《矿山压力与岩层控制》中“巷道围岩控制”章节，形成“蝶形塑性区成因-监测-防治”的专项案例集群，甚至延伸至研究生科研训练。

从实用价值来看，案例库能精准破解多主体核心痛点，且以蝶形塑性区等典型难题为抓手强化实践价值。对本科生而言，它将抽象的“巷道围岩应力”“底鼓控制理论”转化为“某矿蝶形塑性区治理案例”——通过案例中的应力监测曲线、支护方案、现场修复前后对比图，直观理解“松软岩层中蝶形塑性区的应力演化规律”，

而非死记“底鼓类型”的理论定义；当西部矿井出现新型蝶形塑性区（如高应力软岩条件下），教师可快速补充最新科研案例，确保教学内容与行业难题同步。对行业而言，案例库培养的本科生能快速适配西部深部矿井岗位需求（如独立完成蝶形塑性区监测数据初步分析），降低企业培训成本。对社会而言，案例库为“西部深部煤炭安全开采”等国家能源战略输送人才，通过蝶形塑性区等难题的技术突破案例，引导学生推动企业安全高效生产，服务能源安全与“双碳”目标。

四、前期已开展的工作

作为《采矿学》、《智能采矿实验》、《矿业工程概论》等课程的主讲教师，已在“蝶形塑性区”领域进行了大量科研工作，该方面已经发表多篇高水平文章，并获得国家自然科学青年基金项目。该领域已有很多高水平科研成果，并且部分国家基金以此结题，积极将这些科研成果转化为教学资源，设计了系列教学案例，紧密围绕蝶形塑性区的实际情况展开，涵盖了从采矿规划到现场作业的各个关键环节。每个案例都以真实场景为蓝本，详细呈现了在蝶形塑性区独特的地质条件和开采环境下，采矿工程师们所面临的挑战与解决方案。

为了确保教学案例的实用性和有效性，组织多次学生反馈会议。在会议中，认真倾听学生对于案例内容、难度以及呈现方式的意见和建议。根据学生的反馈，对案例进行了反复打磨和优化，力求让学生能够轻松理解复杂的实际问题，并通过案例学习掌握相关的理论知识和实践技能。

此外，为了提升教学效果，还积极筹备教学案例配套的数字化资源，对蝶形塑性区的采矿现场进行实地拍摄，收集了大量珍贵的图片资料。利用这些素材，制作了生动形象的动画演示文稿，将一些抽象的采矿工艺流程和复杂的地质构造以直观的方式呈现给学生，帮助他们更好地理解和掌握案例中的重点与难点内容。**与本项目相关的科研成果如下：**

国家自然科学基金和横向课题：

[1]**大变形回采巷道蝶型底鼓机理研究**,52204155,国家自然科学青年基金项目,主持,30 万元,2023.01-2025.12。

[2]多因素耦合下软岩变形破坏机理及巷道控制技术研究，横向课题，主持，89.6 万元，2023.11-2025.12。

近五年发表的学术论文：

[1] **Zhigang Wang** *, Xiaoqing Wang, Shunlin Yin "The Mechanism and Effect of Seismic Source Location using Double Waves in Three Dimensional Microseismic Monitoring," Journal of Engineering Science and Technology Review, vol. 17, no. 4, pp. 220 - 227, School of Science, DUTH., Aug. **2024**. **(第一作者)**

[2] **Wang, Zhigang** , et al. "Solubilization of K and P nutrients from coal gangue by Bacillus velezensis." #i{Applied & Environmental Microbiology} 90.11(2024):15. **(第一作者)**

[3] **Wang, Zhigang** , J. Li , and B. Li . "Source location mechanism of microseismic monitoring using P-S waves and its effect analysis." {DYNA - Ingenier á e Industria} 97.1(2022). **(第一作者)**

[4] **Wang Z ,** Wang X , Yin S .Effects of Velocity Errors and Arrival Time Errors on the Location Accuracy of Microseismic Monitoring using Dual Waves[J].Journal of Engineering Science & Technology Review, 2024, 17(5).DOI:10.25103/jestr.175.06. **(第一作者)**

[5] **王志刚**，殷顺麟，王萧晴,等. 深井窄煤柱沿空巷道蝶形底鼓机理研究[J] 采矿与安全工程学报（外审）**(第一作者)**

[6] **丁自伟**,高成登,张玲,等.基于数据驱动的 TBM 掘进地层岩性识别预测方法[J].采矿与安全工程学报,2025,42(01):147-160. **(第一作者)**

[7] **丁自伟**,刘江,王小勇,等.基于 PSO-Kriging 算法的三维地质建模技术研究[J].煤炭工程,2024,56(10):82-89. **(第一作者)**

[8] **丁自伟**,巩欣伟,张杰,等.煤层群下行开采底板应力演化规律与合理巷道错距研究[J].西安科技大学学报,2024,44(02):213-225. **(第一作者)**

[9] **丁自伟**,李帅,张杰,等.近距离煤层回采巷道非对称破坏机理及其控制[J].采矿与安全工程学报,2024,41(02):242-254. **(第一作者)**

三、建设方案（可**另加页**）

拟建设的相关案例内容；建设的进度安排；创新点、预期成果与形式。

一、拟建设的相关案例内容

本案例库初步规划建设至少 12 个核心教学案例，旨在系统化地将科研成果蝶形塑性区理论转化为特色教学资源。每个案例不仅注重知识的传授，还结合了采矿工程、能源技术等多学科内容，推动学生跨学科的知识整合与创新思维的培养。例如，在“数值蝶形”：FLAC3D 在巷道蝶形塑性破坏及蝶形塑性区特征中数值模拟”案例中，学生需要同时掌握计算机、数值分析等多个领域的知识。鼓励学生突破学科边界，培养他们的创新思维和实践能力。此外，每个案例都明确与课程思政的结合点，旨在通过科学知识的传播培养学生的社会责任感和国家使命感。具体案例内容如下：

1. 现场识别与基础勘察

（1）案例名称：《“现场溯源”：巷道蝶形破坏典型特征的井下识别与变形破坏数据采集》

教学内容：以深井煤矿回采巷道蝶形变形破坏实例为载体，讲授井下巷道包括顶板下沉、两帮突出和底板鼓起的变形形态记录、围岩岩性与破坏的现场甄别与测定等基础技能，建立“巷道变形破坏–蝶形塑性区理论”的初步关联。

思政融合：强调采矿工程研究始于现场实践，培养学生“接地气”的工程调研和学习科研习惯与严谨的数据分析态度，理解巷道稳定性控制对矿山安全生产的基础性保障作用。

2. 力学机理与理论分析

（2）案例名称：《“力学解码”：蝶形塑性区理论的推导与验证》

教学内容：以蝶形塑性区理论的构建过程为实例，讲授岩石力学基本方程推导、应力状态分析、数值模拟建模等核心方法，以及通过实验室岩体试验验证理论假设的科学流程。

思政融合：强调理论创新源于工程实践又服务于实践的辩证关系，培养学生逻辑严密、求真务实的学术思维，引导学生认识岩体力学理论对深部资源开采、工程灾害防控的支撑性价值，树立服务国家基础设施建设的责任担当。

3. 监测技术与数据应用

（3）案例名称：《“数字哨兵”：光纤传感技术在巷道蝶形破坏变形监测中的应用》

教学内容：以工程实践为实例，讲授光纤传感器选型、布设安装、数据采集与信号解析等核心技能，以及基于传感数据预判巷道变形趋势的监测预警方法。

思政融合：突出科技创新赋能工程安全的核心逻辑，培养学生精益求精的工程素养与技术应用能力，引导学生认识智能化监测技术对矿山安全生产、国家能源战略保障的关键支撑作用，树立科技报国的责任意识。

4. 支护材料与性能评估

（4）案例名称：《“材料选型”：不同强度锚杆对巷道蝶形破坏控制效果的对比实验》

教学内容：以不同强度锚杆控制巷道破坏的对比实验为实例，讲授锚杆选型依据、实验方案设计、加载模拟测试、控制效果量化分析等核心技能，以及基于实验数据优化支护材料选择的科学方法。

思政融合：强调工程实践中“量体裁衣、求真务实”的核心原则，培养学生严谨细致的实验态度与数据驱动的决策思维，引导学生认识支护材料优化对矿山安全高效开采、国家能源资源稳定供应的重要现实意义，树立工程报国的责任担当。

5. 数值模拟与蝶形特征

（5）案例名称：《“数值蝶形”：FLAC3D 在巷道蝶形塑性破坏及蝶形塑性区特征中数值模拟》

教学内容：以 FLAC3D 软件模拟巷道蝶形塑性破坏的全过程为实例，讲授数值建模中几何模型构建、岩体力学参数赋值、边界条件设定等核心操作，以及蝶形塑性区范围、应力分布、变形特征的模拟分析与结果解读方法，观测巷道变形破坏。

思政融合：强调数值模拟“源于工程、精于建模、服务实践”的科学逻辑，培养学生严谨规范的建模思维与精益求精的技术素养，引导学生认识数值模拟技术对深部巷道工程设计、灾害预判的关键支撑作用，树立用数字技术赋能国家能源安全的责任意识。

（6）案例名称：《“虚拟推演”：FLAC3D 在巷道蝶形破坏控制方案优化中数值模拟》

教学内容：以 FLAC3D 优化巷道蝶形破坏控制方案的数值模拟实践为实例，

讲授支护参数设定、多方案模拟建模、控制效果量化评估等核心技能，以及基于模拟结果迭代优化支护方案的科学方法。

思政融合：强调数字技术服务工程安全的实践导向，培养学生精益求精的建模素养与问题导向的创新思维，引导学生认识数值模拟对矿山工程降本增效、保障国家能源开采安全的重要价值，树立科技赋能实业的责任担当。

6. 多因素耦合分析

（7）案例名称：《“地质耦合”：岩层强度、厚度与倾角对蝶形塑性区发育的耦合效应分析》

教学内容：以岩层强度、厚度与倾角对蝶形塑性区发育的耦合影响研究为实例，讲授地质参数量化表征、耦合效应实验设计、数据统计分析等核心方法，以及多因素交互作用下塑性区发育规律的研判思路。

思政融合：强调工程地质研究中“系统思维、辩证分析”的核心要求，培养学生全面考量、严谨求证的科学素养，引导学生认识地质条件精准研判对深部资源安全开采、工程灾害防控的基础性作用，树立服务国家能源战略的责任意识。

7. 联合支护结构设计

（8）案例名称：《“联合支护”：锚杆索+喷射混凝土+U 型钢支架联合支护体系的蝶形破坏控制设计》

教学内容：以锚杆索+喷射混凝土+U 型钢支架联合支护控制巷道蝶形破坏的工程设计为实例，讲授各类支护结构的力学特性匹配、参数优化组合、布置方案设计等核心技能，以及联合支护体系对蝶形破坏的协同防控原理与设计方法。

思政融合点：强调工程设计中“系统协同、因地制宜”的核心逻辑，培养学生统筹兼顾、精益求精的工程素养与责任意识，引导学生认识联合支护技术对深部矿山安全高效开采、国家能源资源稳定供应的关键保障作用，树立工程报国的使命担当。

8. 智能化监测与预警

（9）案例名称：《“智能预警”：基于物联网的巷道蝶形破坏实时监测与预警系统构建》

教学内容：以基于物联网的巷道蝶形破坏监测预警系统构建为实例，讲授传感器节点部署、数据传输协议配置、实时监测平台搭建等核心技能，以及基于监

测数据设定预警阈值、实现分级预警的系统设计方法。

思政融合：突出“科技赋能安全、智能守护生产”的工程导向，培养学生创新应用、精益求精的技术素养与系统思维，引导学生认识智能监测预警技术对矿山安全生产、国家能源安全保障的关键支撑作用，树立科技报国的责任担当。

9. 多次支护与分期施工

（10）案例名称：《“多次支护”：采动作用的蝶形破坏巷道多次支护理论与应用设计》

教学内容：以采动影响下巷道蝶形破坏的多次支护工程实践为实例，讲授采动应力演化规律分析、初次支护与补强支护的参数匹配、支护时机选择等核心技能，以及基于动态受力特征的多次支护体系优化设计方法。

思政融合：强调工程实践中“动态应变、求真务实”的核心要求，培养学生统筹全局、精准施策的工程思维与责任意识，引导学生认识多次支护技术对深部煤炭资源高效开采、矿山安全生产的重要保障价值，树立服务国家能源战略的使命担当。

10. 现场应用与效果验证

（11）案例名称：《“现场验证”：某煤矿 2205 回风顺槽蝶形变形破坏支护方案的现场实施》

教学内容：以某煤矿 2205 回风顺槽蝶形变形破坏支护方案的现场实施为实例，讲授支护材料进场检验、施工工艺规范操作、现场质量管控等实操技能，以及基于巷道实际变形情况动态调整支护参数的现场应用方法。

思政融合：强调工程实践“理论联系实际、安全重于泰山”的核心准则，培养学生严谨负责、精益求精的工匠精神，引导学生认识现场支护方案落地对保障矿工生命安全、稳定煤炭产能供应的现实意义，树立扎根一线、服务实业的责任担当。

11. 多方法系统集成

（12）案例名称：《“系统集成”：巷道蝶形破坏从井下实察、数值计算、支护设计到现场实施监测的全流程技术方案》

教学内容：以巷道蝶形破坏全流程技术方案构建为实例，讲授井下实察数据采集、数值计算建模分析、支护体系优化设计、现场实施与动态监测的核心技能，

以及各环节技术参数的协同匹配与全流程闭环管控方法。

思政融合：强调工程技术“系统谋划、协同发力”的核心逻辑，培养学生统筹全局的系统思维与求真务实的专业素养，引导学生认识全流程技术方案对深部矿山安全高效开采、国家能源战略保障的综合支撑价值，树立全程把控、责任到底的工程担当。

二、建设的进度安排

为确保蝶形塑性区相关资源高效转化为本科生采矿学课程教学资源，保障项目按期高质量落地，项目周期设定为 8 个月，整体划分为四个阶段，全面覆盖资源挖掘、内容开发、教学验证与推广应用全流程，同时注重跨学科协作与教学反馈的闭环优化，助力提升采矿学课程教学的实践性与针对性。

第一阶段（第 1-2 个月）：将重点完成项目的总体规划与核心素材的开发，在明确团队分工与案例框架的基础上，集中精力完成全部案例的详细教学脚本初稿撰写，并对原始科研数据进行深度教学化加工，嵌入课程思政与跨学科连接点，形成案例库的雏形。

第二阶段（第 3-4 个月）：将重心转向教学验证与初步优化，通过邀请校内外专家进行内部评审，并选择成熟案例在《采矿学》、《井巷工程》、《智能采矿实验》等课程中进行试点教学，系统收集反馈意见，据此完成对全部案例的第一轮集中修订，确保其科学性与教学适用性。

第三阶段（第 5-6 个月）：致力于案例库的深化与拓展，重点打磨跨学科综合性案例，并配套开发多媒体资源，同时加强学院之间的协作，丰富案例的工程与实践维度，随后开展第二轮更大范围的试用以进一步淬炼内容。

第四阶段（第 7-8 个月）：是项目的收官与展望期，将根据前期反馈对案例进行最终精修，形成定稿，并整合所有资源上传至学校网络教学平台，最终在完成结题验收的同时，制定出详尽的校内推广与校际分享计划，以期最大程度地发挥案例库的示范与辐射效益。

三、创新点

（1）理论-模拟-现场三维闭环教学模式构建：本案例库以巷道蝶形破坏研究的“理论机理构建-数值模拟优化-现场实践验证”三维链条为核心，打破传统采矿教学“理论、模拟、现场碎片化割裂”的痛点。例如，通过案例 2（力学解码推

导）、案例 7（地质耦合效应分析）筑牢理论根基，依托案例 5（数值蝶形模拟）、案例 6（虚拟推演优化）实现技术方案虚拟迭代，最终通过案例 1（现场溯源采集）、案例 11（现场验证实施）完成实践校验，形成三维闭环。这种模式不仅让学生理清蝶形破坏，更强化其“三维联动、循环优化”的系统思维，契合深部采矿工程对“理论扎实、模拟精准、实操过硬”复合型人才的需求。

（2）智能化技术与传统采矿教学的深度耦合：本案例库以巷道蝶形破坏治理为纽带，实现智能化技术与传统采矿理论的深度融合，打破“智能技术与传统采矿教学两张皮”的痛点。例如，案例 3（光纤传感监测）、案例 9（物联网智能预警）将现代传感与物联网技术融入变形监测教学，案例 5、6（FLAC3D 数值模拟）以智能化工具赋能传统力学分析，而案例 4（材料选型对比）、案例 8（联合支护设计）则夯实传统支护技术基础，形成“智能技术赋能传统采矿、传统理论支撑智能应用”的耦合体系。这种模式让学生既掌握锚杆支护、联合支护等传统采矿核心技能，又熟练运用光纤传感、物联网等智能技术，契合智慧矿山建设对“传统功底厚、智能素养高”的新型采矿人才需求。

（3）安全优先导向思政体系深化：本案例库以巷道蝶形破坏安全防控为核心载体，将安全优先理念深度融入专业教学，打破“思政教育与专业教学脱节、安全意识流于形式”的痛点。例如，案例 9（智能预警系统）、案例 3（光纤传感监测）通过实时监测技术传递“预防为先”的安全理念，案例 8（联合支护设计）、案例 10（多次支护应用）以科学支护方案强化“责任重于泰山”的安全担当，案例 11（现场实施）、案例 1（现场溯源）通过井下实操场景渗透“规范操作、生命至上”的安全准则。这种模式将安全思政贯穿“识别-监测-控制-验证”全流程，不仅让学生掌握安全防控技术，更塑造其“安全第一、预防为主、综合治理”的职业素养，契合采矿行业“全是底线、责任是红线”的人才培养要求。

（4）虚实结合的实践教学场景创新：本案例库以巷道蝶形破坏研究为依托，构建“虚拟推演+实景呈现”的实践教学体系，打破传统采矿实践：“场地受限、风险较高、场景单一”的痛点。例如，案例 5（数值蝶形模拟）、案例 6（虚拟推演优化）借助 FLAC3D 软件构建虚拟实践场景，让学生在无风险环境中开展方案设计与优化；案例 1（现场溯源采集）、案例 11（现场验证实施）提供井下真实场景的变形特征、数据采集、支护实操等实景素材，实现虚拟场景与真实工程的互

补。这种模式既解决了井下实践的安全与场地局限，又通过实景素材保障实践教学的真实性，帮助学生快速建立“虚拟模拟练技能、真实场景验能力”的实践认知，契合采矿工程实践教学“安全高效、场景丰富”的改革需求。

（5）工程问题导向的项目式学习（PBL）模式创新：本案例库以“巷道蝶形破坏治理”这一真实工程问题为核心，构建项目式学习体系，打破传统采矿教学“知识点碎片化、与工程实际脱节”的痛点。例如，以“如何高效防控巷道蝶形破坏”为核心项目，串联案例 1（现场识别采集）的问题诊断、案例 2（力学解码）的机理分析、案例 4（材料选型）的方案选型、案例 8（联合支护）的设计优化、案例 12（系统集成）的全流程落地等多个子案例，形成“问题诊断-机理分析-方案设计-优化验证-全流程实施”的完整项目链条。这种模式让学生以工程问题为导向，主动整合理论知识、模拟技能、实践方法，在解决真实工程问题的过程中，培养“系统思考、协同攻关、全流程把控”的复杂工程问题处理能力，契合采矿行业对“工程思维突出、解决问题能力强”的应用型人才需求。

四、预期成果与形式

（1）体系化的蝶形塑性区理论教学案例库：通过本项目的实施，预计将构建一个完整且贴合本科生采矿学课程需求的“蝶形塑性区采矿工程教学案例库”。该案例库将收录至少 12 个典型教学案例，全面覆盖蝶形塑性区不同发生场景（如浅部矿山与深部矿山、软岩地层与硬岩地层、单一巷道与复杂巷道群）、不同治理技术（如锚网索支护、注浆加固、卸压槽技术等）及不同监测手段（如应力传感器监测、位移计监测），形成“场景-机理-监测-治理”一体化的案例体系。案例库将以模块化形式搭建，每个案例模块包含案例文本（含背景介绍、数据参数、分析过程）、多媒体资源（现场照片、机理动画）、教学配套材料（PPT 课件、思考题、教学设计方案）三部分，灵活选择单个案例模块或组合多个模块开展教学，实现教学资源与课程知识点的精准匹配。

（2）强化学生工程思维与实践应用能力：案例库将以“理论解析-现场还原-问题解决”为核心逻辑，助力培养学生的工程思维、风险预判能力与实践创新能力。一方面，通过案例中蝶形塑性区发生机理的深度剖析（如结合地质条件、开采参数分析应力分布规律），引导学生将采矿学理论知识与现场工程实际相结合，建立“现象-原因-对策”的逻辑分析框架；另一方面，设置模拟决策环节（如提供

不同地质条件下的巷道支护方案选项，让学生分析各方案的适用性与潜在风险）、虚拟实验任务（如基于案例监测数据，设计巷道变形位移预警阈值），并配套开发简易的数值模拟操作模块（如使用简化软件模拟不同支护参数对巷道变形的控制效果），让学生在沉浸式学习中提升解决复杂工程问题的能力

（3）实现跨课程、跨院校资源共享与推广：通过项目建设，预计将形成一个可持续更新、多场景应用的蝶形塑性区教学资源平台，实现资源的广泛辐射与高效利用。在本校范围内，除《采矿学》课程外，该资源可延伸应用于《矿山压力与岩层控制》、《井巷工程》等相关课程，同时为采矿工程专业的课程设计、毕业设计提供案例素材，形成“课程教学-实践训练”联动的资源应用模式。在校际推广层面，将通过高校采矿工程专业教学研讨会、在线教育资源平台等渠道，向国内开设采矿工程专业的院校共享案例库资源，并提供资源使用培训与更新服务。此外，还将与矿山企业、行业协会合作，将案例库中的部分实用内容转化为矿山技术人员的培训素材，实现“教学-科研-产业”的资源互通，进一步扩大项目成果的应用价值与社会影响力。

四、经费预算

序号	经 费 开 支 项 目	金 额（元）
1	打印复印费	1000
2	出版费	1500
3	差旅费	5000
4	资料信息费	1500
5	多媒体课件制作	1000
合　　计		10000

五、进度安排

为确保蝶形塑性区相关资源高效转化为本科生采矿学课程教学资源，保障项目按期高质量落地，项目周期设定为 8 个月，整体划分为四个阶段，全面覆盖资源挖掘、内容开发、教学验证与推广应用全流程，同时注重跨学科协作与教学反馈的闭环优化，助力提升采矿学课程教学的实践性与针对性。

第一阶段（第 1-2 个月）：将重点完成项目的总体规划与核心素材的开发，在明确团队分工与案例框架的基础上，集中精力完成全部案例的详细教学脚本初稿撰写，并对原始科研数据进行深度教学化加工，嵌入课程思政与跨学科连接点，形成案例库的雏形。

第二阶段（第 3-4 个月）：将重心转向教学验证与初步优化，通过邀请校内外专家进行内部评审，并选择成熟案例在《采矿学》、《井巷工程》、《智能采矿实验》等课程中进行试点教学，系统收集反馈意见，据此完成对全部案例的第一轮集中修订，确保其科学性与教学适用性。

第三阶段（第 5-6 个月）：致力于案例库的深化与拓展，重点打磨跨学科综

合性案例，并配套开发多媒体资源，同时加强学院之间的协作，丰富案例的工程与实践维度，随后开展第二轮更大范围的试用以进一步淬炼内容。

第四阶段（第 7-8 个月）：是项目的收官与展望期，将根据前期反馈对案例进行最终精修，形成定稿，并整合所有资源上传至学校网络教学平台，最终在完成结题验收的同时，制定出详尽的校内推广与校际分享计划，以期最大程度地发挥案例库的示范与辐射效益。

六、审核意见

学院审核意见：（学院对是否建议立项建设明确意见） 本项目针对我院《采矿学》、《井巷工程》和《智能采矿实验》等课程培养目标，将《采矿学》、《井巷工程》和《智能采矿实验》等课程内容与科研成果相结合，建设《采矿学》、《井巷工程》和《智能采矿实验》等课程教学资源案例库。该项目紧密围绕本科生《采矿学》、《井巷工程》和《智能采矿实验》等课程教学需求，创新性地将科研成果融入教学资源，对提升课程教学质量、培养学生实践能力和创新思维具有重要意义。项目设计合理，实施过程规范，可以取得较为显著的阶段性成果，具备较高的应用价值。 建议本项目立项建设。 负责人（签名）： 年　月　日
专家组意见: 负责人（签名）: 年　月　日
学校意见: 负责人（签字）: 年　月　日

项目负责人承诺与成果使用授权

本人及项目组所有成员自愿申报“西安科技大学本科生教学案例库建设项目”，认可所填写的《西安科技大学本科生教学案例库建设项目申报书》（以下简称《申报书》）为有约束力的协议，并承诺对所填写的《申报书》所涉及各项内容的真实性负责，保证没有知识产权争议。项目申请如获准立项，在建设工作中，接受西安科技大学有关主管部门及所在学院的管理，并对以下约定信守承诺:

1.遵守相关法律法规。遵守我国著作权法和专利法等相关法律法规，遵守我国政府签署加入的相关国际知识产权规定。

2.遵循学术研究的基本规范，恪守学术道德，维护学术尊严。建设过程真实，不以任何方式抄袭、剽窃或侵吞他人学术成果，杜绝伪注、伪造、篡改文献和数据等学术不端行为；成果真实，不重复发表研究成果；维护社会公共利益，不以项目名义牟取不当利益。

3.遵守学校相关财务规章制度。

4.凡因项目内容、成果或建设过程引发的法律、学术、产权或经费使用问题引起的纠纷，责任由相应的项目负责人员承担。

5.同意西安科技大学或其授权（委托）校内单位有权基于公益需要公布、使用、宣传《申报书》内容及相关成果。

项目负责人(签名): 王志刚　　**2025 年 11 月 11 日**

附件 2：

2025 年本科生教学资源案例库建设申报情况汇总表

学院(公章):

序号	申报项目名称	项目种类（1.科研转化；2.重点科研团队或重大科研成果）	适应课程（具体课程名称、理工类、艺术类、文史类）	申报单位	申报人
1	“蝶形塑性区”理论科教融合案例库	科研转化	《采矿学》、《井巷工程》、《智能采矿实验》	能源与矿业工程院	王志刚

填表人:　　主管领导:　　填表日期: