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：岩石力学测试新技术

项 目 种 类：科研转化本科生实验项目

适 用 课 程：岩石力学、岩体致裂技术

专 业 名 称：新能源科学与工程

学 院 名 称：能源与矿业工程学院

项目负责人：邱华富

西安科技大学教务处 制

2025 年 12 月 12 日

一、基本情况表

<table>
<tr><td rowspan="9">项目负责人</td><td>申请人姓名</td><td>邱华富</td><td>性　别</td><td>男</td><td>出生年月</td><td>1986 年 10 月</td></tr>
<tr><td>所在学院</td><td>能源与矿业工程学院</td><td>专业方向</td><td>新能源科学与工程</td><td>职　称</td><td>副教授</td></tr>
<tr><td>最高学历</td><td>博士</td><td>电子邮箱</td><td>huafuqiu@xust.edu.cn</td><td>联系电话</td><td>13679171962</td></tr>
<tr><td colspan="6">近三年承担教学情况</td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="3">课程名称</td><td colspan="2">时间</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">岩体致裂技术</td><td colspan="2">2025-2026-1</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">矿井通风与安全</td><td colspan="2">2025-2026-1</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">流体力学 B</td><td colspan="2">2024-2025-2</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">流体力学 B</td><td colspan="2">2023-2024-2</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">矿井通风与安全</td><td colspan="2">2023-2024-2</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">专业导论</td><td colspan="2">2023-2024-2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">项目组主要成员</td><td>姓名</td><td>出生年月</td><td>职称</td><td>工作部门</td><td>学术或业务专长</td><td>签名</td></tr>
<tr><td>张楠</td><td>1991 年 10 月</td><td>副教授</td><td>采矿工程系</td><td>岩石力学</td><td></td></tr>
<tr><td>高喜才</td><td>1980 年 7 月</td><td>副教授</td><td>新能源科学与工程系</td><td>岩石力学</td><td></td></tr>
<tr><td>黄晨</td><td>1994 年 3 月</td><td>讲师</td><td>新能源科学与工程系</td><td>岩体致裂技术</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

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。
2.科研转化本科生实验项目：实验项目依托的重点科研团队名称或重大科研成果名称。阐述该实验项目对于本科教学、学生实践能力提升的重要意义。通过本实验项目，学生将达到的学习目标，如理论知识的应用、实验技能的掌握；以及验证某个科学假设、探索新的实验方法。

（1）科研转化本科生实验项目重大科研成果名称及相关性

申请人近年来主持重大科研项目3项，依托科研项目，已发表相关论文10余篇，出版专著一部。项目聚焦岩石材料的力学性能，采用了先进的岩石力学测试新技术，主要包括的岩石力学实验：单轴压缩、三轴压缩、渗流实验，主要包括的测试技术有：XRD等材料基础物理性能测试技术、电镜扫描（SEM）测试技术、CT扫描测试技术、超声波测试技术、渗透率（压汞）测试技术、声发射测试技术等。依据科研项目如下：

[1] 国家自然科学基金委员会，面上项目,52574164，矿山储库充填体-围岩界面损伤自愈合及渗透率特征研究，2026-01-01 至 2029-12-31，50万元，在研，主持。

[2]国家自然科学基金委员会，青年项目，51904225，用于构筑石油储库的充填体损伤渗透与储库稳定性研究，2020-01-01 至 2022-12-31，21万元，结题，主持。

[3]重庆大学煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室，国家重点实验室开放课题，6000240902，应力-温度耦合作用下深部矿井充填储库失稳致灾机制研究，2024-07 至 2026-06，10万元，在研，主持。

（2）阐述该实验项目对于本科教学、学生实践能力提升的重要意义

能源与矿业工程学院采矿工程专业、新能源科学与工程专业经常涉及地下工程中的岩石力学问题，均开设有岩石力学等相关课程，本实验项目聚焦岩石力学测试新技术，能有效丰富岩石力学课程内容，通过测试新技术的理论学习和学生亲身参与科研实验，提升学生对岩石力学测试新技术的兴趣，通过学生完成实验过程、实验数据分析、科研论文撰写等实践过程，全面提升学生的实践能力，更好地将理论和实践相结合，锻炼学生实验设计分析能力，达到科研能力水平锻炼目的。通过学习，学生能掌握岩石力学实验新技术，掌握前沿先进技术，培养学生创新能力，对本科教学效果具有积极作用。

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。

3.1 基本信息介绍

3.1.1 科研团队或成果基本信息

（1）科研项目、平台或成果名称、项目编号、项目获奖等

[1] 国家自然科学基金委员会, 面上项目,52574164, 矿山储库充填体-围岩界面损伤自愈合及渗透率特征研究，2026-01-01 至 2029-12-31, 50 万元, 在研, 主持。

[2]国家自然科学基金委员会, 青年项目, 51904225, 用于构筑石油储库的充填体损伤渗透与储库稳定性研究, 2020-01-01 至 2022-12-31, 21 万元, 结题, 主持。

[3]重庆大学煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室, 国家重点实验室开放课题, 6000240902, 应力-温度耦合作用下深部矿井充填储库失稳致灾机制研究, 2024-07 至 2026-06, 10 万元, 在研, 主持。

（2）负责人简介（姓名、所在学院、职称、人才称号等）

邱华富，能源与矿业工程学院教师，博士，副教授，硕导，中国岩石力学学会会员，主要从事矿山岩石力学、采空区治理及综合利用、地下空区储库构建等相关领域的研究。主持国家自然科学基金面上/青年项目、陕西省自然科学基金项目、陕西省教育厅专项等纵向科研项目多项，主持企业咨询等横向科研项目 10 余项，获省部级科学技术一等奖 1 项，厅局级科学技术奖 2 项，在石油学报、岩石力学与工程学报等学术期刊发表论文 30 余余篇，授权国家发明专利 10 余项。

3.1.2 实验项目基本信息

（1）实验项目名称

岩石力学测试新技术

（2）参与项目的学生姓名、学号、所在学院、专业、角色等信息

参与学生人数：每学期 20-30 人；对学生进行分组参与实验，每组 4-5 人；每学期开展实验 5-6 组。

参与学生专业：针对能源与矿业工程学院采矿工程、新能源科学与工程学生，学生作为实验参与人员角色，参与实验方案设计、实验样品准备、实验操作、实验数据分析、实验成果撰写及发表等全过程。

（3）参与教师的姓名、所在学院、职称、角色等信息

[1] 张楠，能源与矿业工程学院,副教授，岩石力学课程主讲教师，指导学生实验设计。

[2] 高喜才，能源与矿业工程学院,副教授，岩石力学课程主讲教师，教育部重点实验室常务副主任，有丰富的实验操作经验，指导学生的实验操作。

[3] 黄晨，能源与矿业工程学院,讲师，岩体致裂技术课程团队教师，可指导学生的实验分析及成果撰写。

3.2 科研转化本科生实验项目

3.2.1 实验项目概述

（1）实验项目的内容、目标、方法

项目围绕岩石力学测试新技术为题，设计实验包括单轴实验、三轴实验、渗透实验、测试技术包括电镜扫描（SEM）测试技术、CT 扫描测试技术、超声波测试技术、渗透率（压汞）测试技术、声发射测试技术等，主要的实验设计如下：

- 常规力学试验测试（单轴、三轴）：使用单轴和三轴压力实验机监测应力应变数据和图像，分析岩石试样的力学性能（弹性模量、泊松比、强度、峰值应变）及其破坏方式。研究岩体在不同围压下的力学响应。
- 渗流试验：在固-气-液三相耦合渗流试验系统上开展岩石试样渗流试验，通过研究耦合环境条件下岩体损伤与渗透率之间的关系；通过渗透率和孔隙结构微观分析，研究不同围压、渗透压力与渗透率和微观参数（孔隙率/分形维数/概率熵等）之间的关联模型。
- CT 扫描测试：对不同应力状态下岩体试样进行 CT 扫描分析（单轴 CT 适时扫描系统，如图所示），基于图像分析技术，进行岩体三维孔隙结构重构，对比分析孔隙结构变化特征。

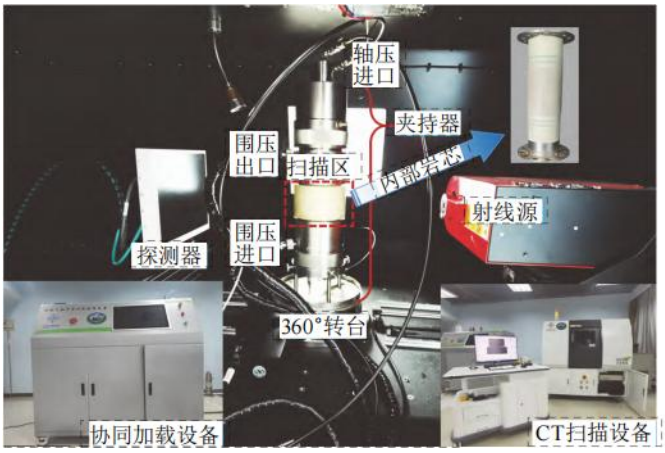


图　单轴 CT 适时扫描系统

➢ 电镜扫描（SEM）测试：使用 JEOL JSM-6460LV 电镜扫描系统，观测岩石损伤界面的微观形貌（微裂纹、微孔洞、孔隙、裂隙和水化产物等）的变化。

➢ 超声波测试：使用超声波测试系统对不同损伤程度的岩体试件进行无损检测，通过反演数据分析充填体孔隙和裂隙的发育状况。

➢ 渗透率测试：采用压汞（MIP）测试方法（YG-97A 电容式压汞仪）获得不同损伤岩石的渗透率及总孔体积、孔径分布和孔隙率等特征。

➢ 声发射测试：使用 DS5 系列声发射监测系统对岩体单轴压缩损伤过程进行适时监测，分析微裂纹从萌生、扩展到聚集成核、贯通、直至局部宏观裂纹产生的损伤演化过程，得到岩体损伤能量耗散与声发射能率、应力与声发射事件率的关系。

（2）阐述如何利用科研团队或成果来支持实验项目

能源与矿业工程学院拥有“省部共建西部富油煤绿色低碳开发国家重点实验室（筹）”、“西部矿井开采及灾害防治教育部重点实验室”、等多个国家级和省部级科研平台，可为本科实验项目提供实验条件。设备包括：MTS 三轴岩石力学试验机、固-气-液三相耦合渗流实验系统、核磁共振分析与成像系统、渗透仪、压汞仪、电镜扫描仪、DIC 测试系统、岩石 CT 扫描实验系统、声发射系统、岩石超声波检测系统等。

项目团队成员长期从事岩石力学的相关教学和科研工作，主持的国家级科研项目及横向科研项目能为本实验项目提供理论、实验方法及部分实验经费支撑。

3.2.2 实验项目效果简介

（1）实验项目所产生的教学成效

通过学生全过程参与实验，贯彻落实科研成果进课堂理念，将科研实验过程融入本科课堂，注重学生培养过程的参与度，对学生实验全过程进行量化考核，改善了传统教学以实验展示为主的教学方式，以实践动手能力、创新能力培养、解决工程问题能力问目标，全面贯彻 OBE 教学理念。

（2）师生的反馈和评价

本实验项目涵盖岩石力学实验方法全，测试技术新，弥补了目前课程实验方法比较传统的劣势，使学生能了解掌握学科新技术。

（3）其他应用效果

学生参与科研实验，成果可转化为科研论文，为十五五学科评估提供支撑。

3.2.3 支撑材料

项目支撑材料包括项目获批文件、已发表的相关学术论文 10 余篇，专著 1 部，国家自然科学基金面上项目申报书的实验方案设计等。

四、经费预算

序号	经 费 开 支 项 目	金 额（元）
1	调研费	2000 元
2	差旅费（学生、教师实验往返差旅）	100 元/次×20 人次=2000 元
3	出版费（发表实验论文 1 篇）	5000 元
4	资料复印费（实验操作规范等材料）	1000 元
合　　计		10000 元

五、进度安排

本试验项目以半年（一学期）为周期，一个周期内计划开展实验 5-6 组。每组实验参与学生人数 4-5 人，每学期参与学生 20-30 人。第一个周期进度计划安排如下：

第一阶段：实验建设准备阶段　2026 年 01 月至 02 月

（1）完成实验调研和资料分析，对项目实验目标、实验内容、研究方法、实验操作过程进行规范化，形成实验操作规范、实验记录单等；

第 2 阶段：实验阶段　2026 年 03 月至 04 月

（2）学生实验选择、实验学习、参与实验阶段，完成相关实验。

第 3 阶段：实验成果整理阶段　2026 年 05 月至 06 月

（3）完成实验数据分析整理、实验成果撰写，完成一篇学术论文，完成项目结题验收，学生实验考核成绩可作为岩石力学课程的实验成绩。

第 4 阶段：总结持续改进

以实验学习、成果为基础，指导学生积极参与相关学科竞赛等相关活动。

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）   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)：　　年　　月　　日