



西安科技大学  
XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY

# 煤田水害综合电磁法探测案例库

适用课程：《地球物理勘探》

 负责人：王 鹏

 单位：西安科技大学地质与环境学院资源勘查工程系



# 目录

Contents

- 1 案例库基本情况
- 2 案例库建设方案
- 3 案例库内容概要



01

# 案例库基本情况



# 1 案例库基本情况



西安科技大学  
XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY

## 1.1 立项依据

- 依据西安科技大学《关于开展 2025 年科研成果转化本科生实验项目和本科教学资源案例申报工作的通知》（教务函〔2025〕30 号）文件精神，学校旨在深化科研与本科教学融合，依托优质科研成果与重点科研团队资源，完善案例教学体系，强化本科生科研训练，稳步推进学术型人才培养，现组织开展 2025 年教学案例库建设与科研转化实验项目申报立项。
- 为积极响应学校文件要求，根据学校专业培养要求和自身科研情况，决定以利用各种电磁法探测煤田地下水的案例为基础，编制煤田水害综合电磁法探测案例库。本案例库的建设，旨在将“煤田水害防治”这一国家在能源安全与矿山安全生产领域的重大需求，与资源勘查工程专业核心课程《地球物理勘探》的教学实践深度融合。

# 1 案例库基本情况



## 1.2 建设意义

- 破解传统教学痛点，推动教学模式从“知识灌输”向“能力建构”转型
- 契合行业发展需求，培养能够解决复杂工程问题的卓越工程技术人才
- 整合优化教学资源，形成可推广、可共享的专业建设特色成果

# 1 案例库基本情况



## 1.4 国内外相关案例库建设概况、发展趋势

### ➤ 国内建设概况

人文经管类案例库发展成熟，地学及物探专业建设滞后；相关教学案例分散零散、不成体系，内容多聚焦单一方法，缺少多技术联用的全流程综合案例；煤田水害电磁法探测专题案例资源极度匮乏，专项案例库基本空白。

### ➤ 国外建设概况

普遍推行案例化、项目化教学模式，教学资源依托专业软件与标准数据；但案例模型偏理想化，不符合国内煤田复杂地质条件；实用型工程案例多受限保密，行业平台资源零散，未形成煤田水害专项系统化案例。

### ➤ 发展趋势

当下案例教学正加速转型升级，逐步从单一知识点讲解，转变为以复杂工程问题为核心的全流程综合教学模式，同时教学资源由传统静态文本，向图表、动画、三维模型等数字化、可视化形态拓展，科教深度融合成为主流方向，通过科研与工程实践成果反哺本科教学，贴合行业实际发展需求。

# 1 案例库基本情况



## 1.5 案例库应用前景、实用价值

- 本案例库的建设，根植于教学，服务于学生，赋能于行业。它不仅是一本教材，更是一个动态发展的教学平台和技术交流枢纽。项目成果不仅在本校具有极高的直接实用价值，更有潜力通过出版、共享等方式，辐射至全国开设相关专业的高校和地矿行业企业，产生广泛而积极的社会效益，为推动我国煤田水害防治技术进步与人才培养贡献实质性力量。

## 1.6 案例库负责人



王鹏

王鹏，教授（四级）、研究员，西安科技大学地质与环境学院

### ➤ 研究方向

- 利用电与电磁法更精细地刻画地下水富集区，具体方法包括在地面或钻孔中实施的瞬变电磁法、直流电法等。

### ➤ 主讲课程

- 《地球科学概论》、《煤矿地质学》、《地质资源与地质工程前沿》

### ➤ 科研成果

- 主持国家自然科学基金等纵向项目5项，企业纵向项目十余项，企业横向项目数十项，出版专著1部
- 发表SCI/EI等论文40余篇
- 获省部级一等奖3项、二等奖4项和三等奖5项
- 授权发明专利10项，软件著作权13项

### ➤ 社会兼职

- 中国地球物理学会环境地球物理专委会委员、中国地球物理学会矿山地球物理专委会委员
- 《煤田地质与勘探》《煤炭学报》《Journal of Applied Geophysics》等期刊审稿人

## 1.7 案例库主要成员



李凡

**李凡**，讲师，西安科技大学地质与环境学院

### ➤ 研究方向

- 电磁法勘探、地质灾害监测

### ➤ 科研成果

- 致力于含水地质异常及地质灾害的电磁法勘探技术研究与实践工作。针对磁共振测深、高密度电阻率法等电磁法分辨率较低，反演存在多解性的缺陷，提出了融合钻孔层位、岩层产状等信息的地球物理约束反演方法
- 针对复杂地形严重影响电磁法探测精度的问题，提出了集高精度地表高程建模以及三维有限元正反演计算的地形校正方法
- 针对煤矿巷道掘进过程中的超前探水问题，开发了包含预处理、电磁噪声压制、二维正反演、成果输出等功能的磁共振测深超前探数据处理软件



02

# 案例库建设方案



## 2 案例库建设方案



### 2.1 建设内容

- 高矿化度顶板水地巷联合瞬变电磁法探测
- 基于瞬变电磁法的立槽煤采空区结构探测
- 积水采空区地井瞬变电磁法探测
- 基于瞬变电磁法的超浅层采空区探测
- 浅埋深烧变岩地下水瞬变电磁法探测
- 露天煤矿地下水电磁探测与类型判别
- 厚煤层露天矿地下水瞬变电磁法探测
- 积水采空区地面 - 钻孔瞬变电磁探测技术
- 微小盆地倾斜煤层采空区瞬变电磁法探测
- 利用定源瞬变电磁法探测浅埋深采空区

# 2 案例库建设方案



## 2.2 建设进度安排

项目周期共计6个月，整体工作遵循“素材整理-内容建设-推广应用”的流程

### ➤ 第一阶段：素材整理与教学设计阶段（第一个月）

遴选确定典型教学案例，统一编制标准化撰写模板，细化各案例教学设计、知识点对应关系与教学实施方案。

### ➤ 第二阶段：核心内容建设阶段（第2-4个月）

集中完成全部案例文稿撰写，同步制作配套图件、示意图及动态演示素材；开展内部交叉审核，完成内容初审与首轮修改。

### ➤ 第三阶段：集成测试与完善优化阶段（第5个月）

集中完成全部案例文稿撰写，同步制作配套图件、示意图及动态演示素材；开展内部交叉审核，完成内容初审与首轮修改。

### ➤ 第四阶段：结题验收与推广准备阶段（第6个月）

完善案例库终稿，编制结题报告，完成项目验收，最终形成标准化、可直接应用的煤田水害综合电磁法探测教学案例库。

### 2.3 项目主要创新点

#### 内容体系创新

打破现有案例零散碎片化现状，结合本科教学规律，对煤田水害电磁法实测工程案例进行系统化梳理与标准化重构，搭建多维度、网格化的完整案例体系，形成规范化、体系化教学资源。

#### 教学方法创新

突破传统案例只展示成果的局限，增设失败案例、存疑案例分析内容，还原完整探测过程。侧重培养学生辩证分析、风险研判与综合决策能力，强化高阶思维训练。

#### 建设模式创新

深度融合科研成果与现场工程实践，依托真实生产数据、科研成果与实用技术完成成果转化，实现产教、科教深度融合。同时采用开放式架构，支持后续内容持续更新，打造可动态迭代的教学资源库。

### 2.4 预期成果与形式

- 本项目核心预期成果为《**煤田水害综合电磁法探测教学案例库**》，以专业内部讲义或规划教材为载体，同步提供纸质与电子双版本。案例库精选 10-12 个优质工程案例，统一规范编写框架，内容体系完整、图文结合。
- 项目最终构建案例教材、数字资源、教学指南三位一体的综合性教学资源体系，形成可直接应用的完整教学方案。突破传统静态书本局限，配套可视化教学素材，有效支撑课程教学改革，助力培养学生解决矿山复杂工程问题的实践能力。



03

# 案例库内容概要



# 3 案例库内容概要



## 3.1 高矿化度顶板水地巷联合瞬变电磁法探测

### • 案例概要

为解决高矿化度顶板水的探测问题，提出一种在地面发射、煤矿井下巷道中接收的地巷联合瞬变电磁法。以宁夏某富含高矿化度地下水的矿井为研究对象，通过理论数值模拟总结感应二次场对顶板水的反映特征，证明地巷联合瞬变电磁法的理论可行性，根据理论结果对现场实测数据进行处理分析，推断顶板水的分布。巷道揭露情况与实测结果相符合。

### • 课程知识点

理解高矿化度水体、低阻屏蔽等复杂地质条件对瞬变电磁法探测的影响；理解地面-井下联合勘探的技术优势与适用场景

### • 案例成果

地巷联合瞬变电磁法能准确反映顶板水相对工作面的位置和范围，不受低阻屏蔽的影响，适合对高矿化度顶板水进行探测。

# 3 案例库内容概要



## 3.2 基于瞬变电磁法的立槽煤采空区结构探测

### • 案例概要

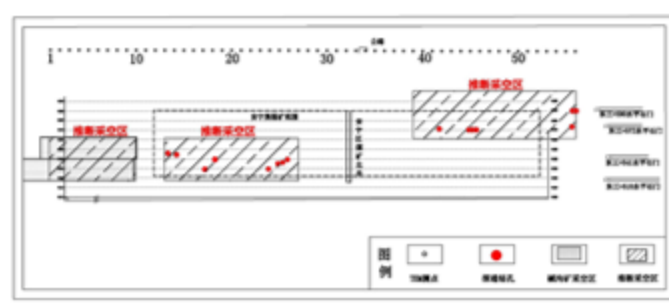
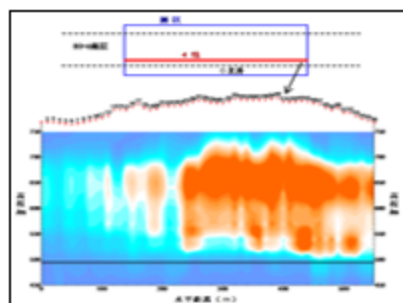
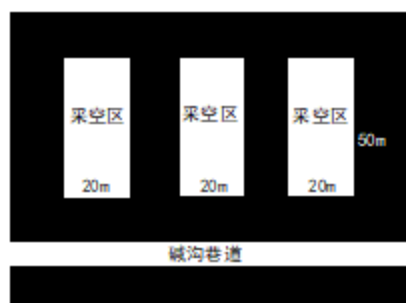
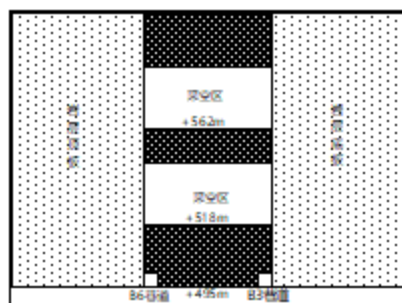
针对直立地层条件下立槽煤采空区探测技术空白问题，以新疆碱沟煤矿为研究对象，采用地面瞬变电磁法，结合正反演数值模拟与现场实测，探查大范围立槽煤采空区的空间形态、结构特征与分布范围。

### • 课程知识点

认识直立复杂地层的地质特点及其对瞬变电磁探测的影响；学会识别采空区对应的低阻异常响应特征；掌握物探成果结合钻探资料进行综合验证与推断的方法。

### • 案例成果

探测结果经钻探验证符合实际情况，为开采设计与灾害防治提供科学依据。



# 3 案例库内容概要



## 3.3 积水采空区地井瞬变电磁法探测

### • 案例概要

提出一种在地面发射、煤矿井下巷道中接收，探测积水采空区的地井瞬变电磁法。通过构建理论模型开展三维数值模拟，并结合山西矿区现场实测，验证该方法在积水采空区识别中的实际应用效果。

### • 课程知识点

掌握地井瞬变电磁法基本原理与观测方式；掌握积水采空区的电性响应规律；掌握理论模型与现场实测数据的对比与解释方法。

### • 案例成果

数值模拟证实积水采空区会显著改变电磁二次场响应特征，可依靠时间测道曲线锁定异常位置；现场实测解释成果与实际地质情况高度吻合。该方法探测效果可靠，对复杂地表条件适应性强，为积水采空区隐患排查提供高效技术手段。

# 3 案例库内容概要



## 3.4 基于瞬变电磁法的超浅层采空区探测

### • 案例概要

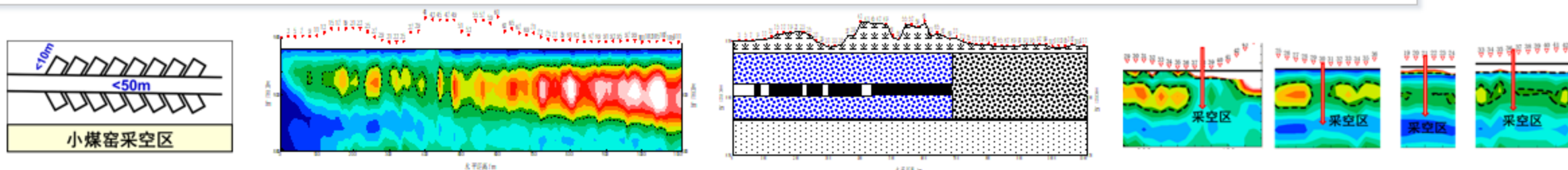
针对超浅层采空区探测问题，以陕北小煤窑超浅层采空区为研究对象，结合 K 型地电模型数值模拟与现场实测，系统研究瞬变电磁法在超浅层采空区探测中的应用效果，明确探测可行性与技术参数。

### • 课程知识点

掌握 K 型地电模型的构建方法及电阻率差异在解释中的应用；掌握基于电性标志层进行异常区范围推断的思路，以及利用钻探等地质手段对解释结果进行验证的综合评价方法。

### • 案例成果

瞬变电磁法在超浅层采空区探测中仍具有良好适用性，其探测盲区范围有限。在采用240m×240m发射回线条条件下，最小有效探测深度可小于20m，能准确反映超浅层采空区的分布。



# 3 案例库内容概要



## 3.5 浅埋深烧变岩地下水瞬变电磁法探测

### • 案例概要

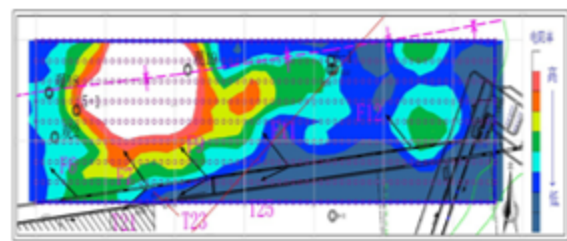
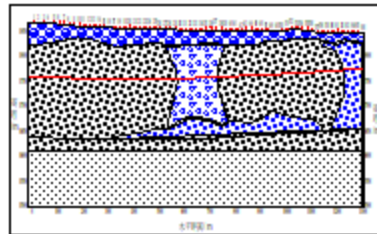
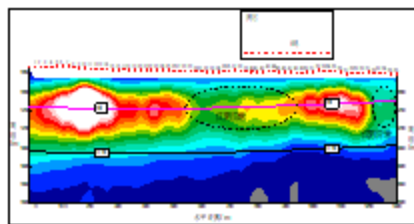
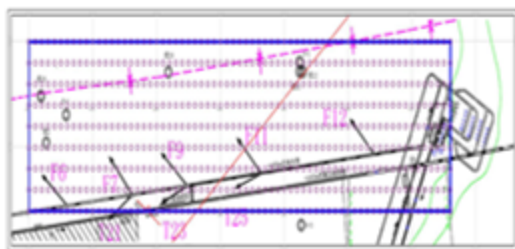
为研究瞬变电磁法对浅埋深烧变岩地下水的探测效果，以新疆准噶尔盆地某露天矿为研究对象，结合地电模型数值模拟与现场实测，系统研究瞬变电磁法在该类地质条件下的探测效果，验证方法适用性并推断烧变岩及地下水分布。

### • 课程知识点

掌握烧变岩的地质、电性特征及地下水对其电阻率的影响规律；学会结合目标地质体赋存条件，合理构建对应的地电模型。

### • 案例成果

瞬变电磁法适应浅埋深烧变岩地电结构，能准确反映烧变岩地下水范围，适合在浅埋深烧变岩区应用。



# 3 案例库内容概要



## 3.6 露天煤矿地下水电磁探测与类型判别

### • 案例概要

为准确确定露天煤矿地下水分布与类型，根据不同赋存条件电磁差异，基于磁场强度与电阻率参数进行异常划分与类型判别。以新疆某露天煤矿为例，采用高精度磁法通过磁异常强度确定烧变岩边界，并采用高密度电法和瞬变电磁法通过电阻率圈定低阻异常区，结合异常响应差异分别推断地下水分布范围与赋存类型。

### • 课程知识点

掌握多种电磁类物探方法组合应用的探测思路；学会依据不同异常特征，实现地下水类型分类识别。

### • 案例成果

露天煤矿烧变岩水与砂岩裂隙水电磁响应差异明显，基于磁场强度与电阻率的双参数综合电磁法能准确圈定其分布范围，并判别其赋存类型。

# 3 案例库内容概要

## 3.7 厚煤层露天矿地下水瞬变电磁法探测

### • 案例概要

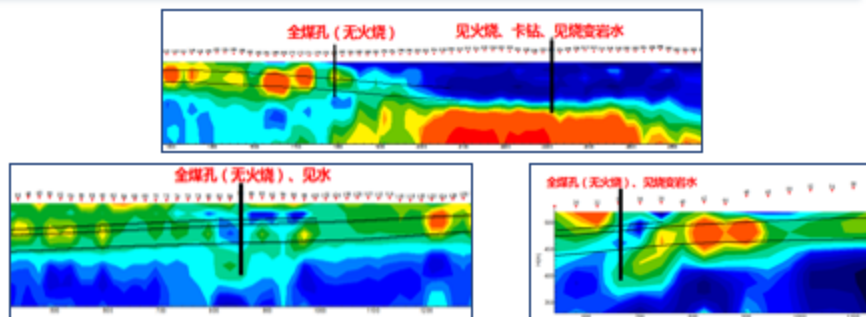
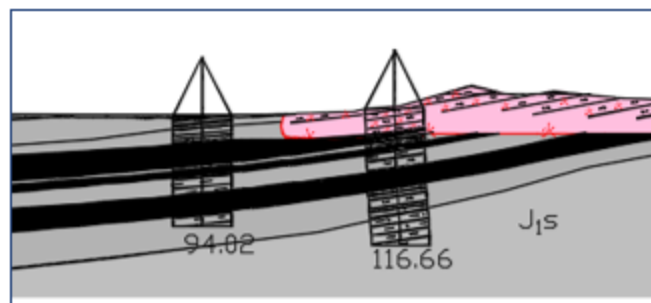
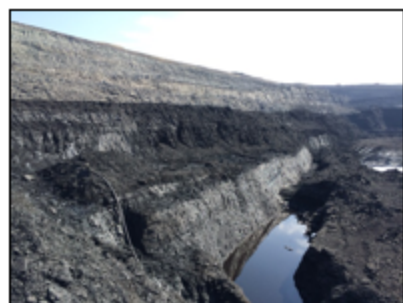
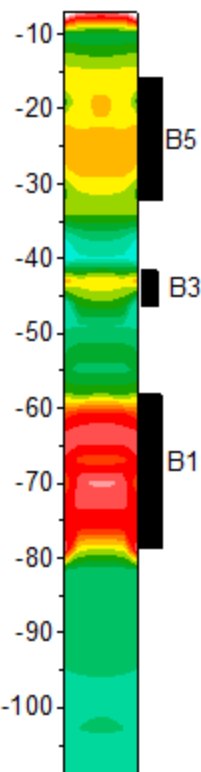
为了研究瞬变电磁法对厚煤层矿区地下水的探测效果，以新疆准噶尔盆地某露天矿为研究对象，结合测井曲线构建地电断面模型，通过数值模拟与现场实测，研究瞬变电磁法在该类矿区的探测效果，验证方法适用性并推断地下水分布与地质成因。

### • 课程知识点

掌握基于测井资料构建地电断面模型的方法；学习厚煤层条件下瞬变电磁二次场响应特征及其影响因素。

### • 案例成果

瞬变电磁法适应厚煤层露天矿地电结构，能准确反映地下水位置与范围，适合在厚煤层露天矿应用。



# 3 案例库内容概要



## 3.8 积水采空区地面 - 钻孔瞬变电磁探测技术

### • 案例概要

针对小煤窑积水采空区精准探测及钻孔旁侧遗漏隐患识别难题，采用地面发射、钻孔接收三分量感应场的地面 - 钻孔瞬变电磁法，结合地电模型正演、反演算法设计与陕西榆林某煤矿现场实测，实现积水采空区精细定位与验证。

### • 课程知识点

掌握地面 - 钻孔瞬变电磁法的观测方式、工作原理及技术优势；理解积水采空区电磁异常响应特征及异常场随地质参数变化的规律

### • 案例成果

理论分析与现场实验证明：地孔瞬变电磁法能有效探测到钻孔旁侧的积水采空区，实现“一孔多用”并突破“一孔之见”，为小煤窑积水采空区的精细探查提供了一种新的地球物理勘探手段。

## 3 案例库内容概要



### 3.9 微小盆地倾斜煤层采空区瞬变电磁法探测

#### • 案例概要

为了研究微小含煤盆地倾斜煤层采空区的瞬变电磁法探测效果，以云南省新近系向斜盆地采空区为研究对象，结合倾斜煤层地电模型正演模拟与现场实测，研究瞬变电磁法探测效果，验证方法适用性并推断采空区分布，通过井下超前钻探完成成果验证。

#### • 课程知识点

掌握微小含煤盆地、倾斜煤层的地质特征及对应的地电模型构建方法；学会以倾斜含煤段为电性标志层，追踪电阻率异常、推断采空区的思路；

#### • 案例成果

瞬变电磁法适用于探测微小盆地的构造变化而引起的地电结构的改变，探测结果清晰显示盆地倾斜含煤地层的起伏变化，能准确反映采空区的分布。

# 3 案例库内容概要



## 3.10 利用定源瞬变电磁法探测浅埋深采空区

### • 案例概要

以陕西北部某拟建火电厂区浅埋废弃煤矿房柱式采空区为研究对象，采用定源瞬变电磁法开展探测研究。结合骨架孔隙、裂隙模型开展电阻率计算，依托专业软件完成 2.5 维正演与一维反演计算，分析不同塌陷程度采空区的电磁响应特征，结合现场实测与钻孔验证，精准划分采空区分布。

### • 课程知识点

掌握采用骨架-孔隙模型计算含孔隙岩层电阻率的方法；掌握使用各专业软件进行正反演处理；掌握低阻异常在电阻率断面图中的识别方法，以及利用参数变化分析采空区响应规律。

### • 案例成果

积水采空区与顶底板裂隙会形成典型低阻凹陷异常，裂隙发育程度直接影响异常强弱；定源瞬变电磁法浅部成像清晰；依据固定源瞬变电磁结果分别圈定了采空区范围、泥质充填含煤段范围和钙质充填无煤段范围。探测结果与钻探数据吻合较好，探测结果可靠，能够大幅减少钻探工作量。



西安科技大学

XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY

THANK YOU FOR YOUR GUIDANCE.

感谢您的指导