**中国矿业大学专业学位硕士研究生**

**专业实践环节考核登记表**

**学 院： 安全工程学院**

**专 业： 安全工程**

**学 习 形 式： 全日制**

**学 号： TS21120104P31**

**研究生姓 名： 孔睿**

**校 内 导 师： 魏明尧**

**校外兼职导师： 田向亮**

**填表日期： 年 月 日**

**填表说明**

1. **专业实践是专业学位硕士研究生培养过程中重要的教学和科研训练环节，充分的、高质量的专业实践是专业学位教育质量的重要保证。培养过程采取学位论文与专业实践相结合的原则。**
2. **专业实践环节的考核采用学分制。该环节累计工作量不得少于320学时（每周20学时，按16周计算），计算总学分为16学分。在专业实践结束后，本人需写出书面专业实践报告。**
3. **专业实践报告字数不得少于5000字。**
4. **研究生所在学院应组织由校内外专家、现场实践单位负责人参加的专业实践专题报告会，由学生本人汇报本人的专业实践工作，指导教师根据研究生的现场实践工作量、综合表现及现场实践单位的反馈意见等，按“优秀、良好、及格或不及格”四个等级综合评定成绩。研究生必须在申请学位答辩前三个月交学院，由学院统一交研究生院备案。**
5. **本表格自行在研究生院网站下载填写，A4纸打印。**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 孔睿 | | 性别 | 男 | | 学 号 | | TS21120104P31 | |
| 校内导师 | | 魏明尧 | | | 校外兼职指导教师 | | 田向亮 | | |
| 专业实践内容 | | 油型气精准探测及灾害防治技术研究 | | | | | | | |
| 实践单位  （加盖公章） | | 中国安全生产科学研究院 | | | | | | | |
| 专业实践  时间安排 | | 起 止 时 间 | | | | | | | 指导教师 |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | | 田向亮 |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
| 年 月 日起―――― 年 月 日止 | | | | | | |  |
|  | | 共计： 48 周 | | | | | | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **专业实践报告:**   1. **引言** 2. **实践目的**   研究生期间的综合性生产实践是培养学生综合素质、专业技能和创新能力的重要环节，通过实践活动，学生能够将课堂上学习的理论知识应用到实际工作中，增强理论知识的实用性和有效性。结合物探装备和信息技术等理论和方法，通过在矿井工作面使用直流电法仪器测定底板电位分布情况、测量抽采钻孔内的瓦斯流量和瓦斯浓度并进行油型气涌出危险性评估等实践活动，将书本中所介绍的仪器与理论真真切切的应用到实际，与同学、指导老师协作的过程中直接接触行业现场。这不仅能够加深对仪器使用的理解，锻炼实际工程中解决问题和制定方案的能力，同时能直观了解行业发展现状、趋势及面临的挑战，加深对专业领域的认识，这对未来学术发展和职业生涯都具有重要意义。   1. **实践时间**   2022.3-2023.3   1. **实践地点**   中国安全生产科学研究院   1. **实践单位介绍**   中国安全生产科学研究院（简称“安科院”）成立于1950年代，是我国国家级的安全生产科研和技术服务机构。作为我国安全生产领域的重要研究基地，安科院肩负着推动我国安全科学技术进步、提升安全生产管理水平和服务国家安全生产战略的重要职责。聚集了一批国内外安全生产领域的顶尖专家和学者，形成了多学科交叉的研究团队。这些团队涵盖了安全工程、环境科学、应急管理、信息技术、法律法规等多个领域，能够针对安全生产的全方位需求进行深入研究和技术开发。下设多个研究所、测试中心、技术服务部门以及培训中心等，形成了完整的研究开发和服务体系。这些部门分别专注于不同的安全生产领域，如化工安全、矿山安全、建筑安全、交通安全等，以及安全评价、事故调查、标准制定等方面的工作。以此实现对安全生产全领域的覆盖和深入研究。   1. **实践内容** 2. **实践依托项目**   油型气精准探测及灾害防治技术研究   1. **实践工程背景**   黄陵矿区位于鄂尔多斯盆地南缘，在侏罗系延 安组中含有丰富的煤炭资源，而其下部的三叠系延 长组富含油气资源，整个矿区形成了煤、油气资源共存、共采的局面。其地层由老至新主要有三叠系、侏罗系、白垩系和第四系，其中含煤地层为侏罗系延安组，主采2 号煤层，3 号煤层局部可采; 矿区油气资源储层主要分布在三叠系的瓦窑堡组、永坪组、胡家村组和铜川组( 即延长群) 。地质构造上至少存在 EW、NE、NW 3 组不同方向的基底断裂，另外，矿区局部地层中规模较小的天然断层、裂隙同样是下部瓦窑堡油气向上运移的通道。在煤层底板中赋存有大量砂岩层，在保存条件合适的地方，会形成圈闭油气保存下来。煤层开采过程中这部分油气在采动扰动的作用下涌向采掘空间，对煤矿的安全生产构成了严重威胁。   1. **实践内容**   **3.1 工作面底板电位分布测定**  并行电法超前测线布置时以迎头位置为相对基准点，采用全空间布置方法，布置1条测线，沿巷道迎头掌子面侧帮往后布置。为了提高电极供电和接收效果，在施工时清除了表层浮煤，采用锤击方法将30cm长铁电极打入底板内约20cm，整个电法勘探系统需要布置48+2组电极孔，如图3-1。钻孔施工完毕后，安装电极压头，并且用掺入 NaCl 溶液浇淋，使其与底板充分耦合。实验时间选在支护检修班工作时进行，探测时测试区域基本切断大型电路设备的干扰。现场数据采集使用网络并行电法仪，该仪器的阵列式并行电法采集系统能采集海量数据。    图3-1 多极供电超前探测布置示意图  在215胶带巷、215辅运巷、北二辅运巷和413巷道底板进行探测，设置电极距为1.5m，迎头位置为起点，向巷道后方布置 48个探测电极与 1 个公共比较电极 N，测线总长72m，将无穷远点击 B 放置在最后一个测点后方 200m 处，根据点电源场的全空间球形对称理论，理论上对此区域形成迎头前方50m的探测范围。    图3-2 钻孔布置示意图  本次探测地点分布在二盘区215巷道，四盘区413巷道，北二辅运巷道，所有测线电极距是1.5m，共布置48个探测电极，1个N极和1个无穷远B极。具体探测位置如表3-1所示。  表3-1 探测位置分布   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序号 | 位置 | 测点数量/个 | | 1 | 北二辅运巷200m | 48 | | 2 | 北二辅运巷400m | 48 | | 3 | 北二辅运巷460m | 48 | | 4 | 北二辅运巷490m | 48 | | 5 | 北二辅运巷520m | 48 | | 6 | 413瓦斯治理专用巷反掘面200m | 48 | | 7 | 413瓦斯治理专用巷反掘面250m | 48 | | 8 | 413瓦斯治理专用巷迎头 | 48 | | 9 | 215辅运巷3000m | 48 | | 10 | 215胶带巷1800m | 48 | | 11 | 215胶带巷3300m | 48 | | 12 | 215胶带巷3500m | 48 |   **3.2 电性指标计算方法**  **3.2.1视电阻率计算**  通过现场直流电法勘探装置进行数据采集，以2号煤矿二盘区215巷道为例，在280 m处布置48个电极所采集到的原始数据部分展示如表3-2所示。每次采集数据使用不同的电极作为供电电极，其电压为0 V，其余电极接受电位信号作为测量电极，且越靠近供电电极，电流场密度越大，所以离供电电极越近的电极电位越高。  表3-2 部分电流与各电极电压值   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 电流/mA | 电压1/mV | 电压2/mV | … | 电压48/mV | | | 56.22 | 0 | 148.80 | … | | -3.20 | | 100.72 | 269.44 | 0 | … | | -3.26 | | 90.85 | 75.67 | 220.33 | … | | -1.95 | | 104.84 | 43.70 | 95.24 | … | | -1.57 | | 116.75 | 26.69 | 45.45 | … | | -0.81 | | 116.90 | 18.03 | 25.30 | … | | -0.37 | | 116.41 | 14.01 | 17.55 | … | | -0.18 |   根据现场采集数据进行电性指标计算，具体流程如如图3-3所示：    图3-3电性指标计算流程图  （1）垂直叠加计算  计算每一个供电电极在每一个观测点不同测量电极MN下的视电阻率值，为最大程度减小电极MN附近的影响，所有对同一供电点不同测量电极MN下测得的视电阻率进行加权处理。具体方法为点O为观测点，MN作为测量电极向两侧逐步移动如图3-4所示    图3-4 垂直叠加计算示意图  每移动一次计算点O处的电阻值为：  （3-1）  其中*i*为第*i*个供电电极，*j*为MN移动次数,*k*为装置系数：  （3-2）  将其测量的MN为厚度的球壳作为加权因子,：  （3-3）  最终该观测点的视电阻率计算如下式：  （3-4）  （2）偏移叠加计算  对于每个网格选取两个参考点坐标P1(X1,Y1),P2(X2,Y2),其中点P1(X1，Y1）代表网格距离供电电极A最近的点，点P2（X2,Y2）代表网格距离最远的点。所以每个网格的赋值条件：  （3-5）  其中i为供电电极Ai的坐标（i，0），p为该视电阻率对应圆弧的半径。  在使用不同的供电电极和测量电极组合进行数据采集时，其观测点计算得到的电阻率曲线将赋值给所经过的网络单元格，偏移叠加计算过程示意图如图3-5所示，分别由供电电极A1、A2、A3作为供电电极时，产生电位所计算得到的电阻率曲线通过网格后，网格储存该电阻率值。以网格1和2为例，对于网格1来说边界点有代表电阻率的曲线经过，故网格1储存电阻率值，同理可得网格2赋予电阻率值、。    图3-5 偏移叠加计算示意图  （3）计算单元网格视电阻率  对所有网格进行赋值处理后，每个单元内存在多个视电阻率值，所以对全数据进行均值处理来作为网格单元的视电阻率，设经过每个单元格的圆弧个数为k，则单元视电阻率为：  （3-6）  由于不同圆弧的覆盖局限性导致存在部分网格单元没有圆弧经过，所以对没有圆弧经过的网格单元采用插值处理，这里插值的方法采用KNN(K-Nearest Neighbor)的机器学习算法，原理是利用待插值单元附近的k个最近邻近数据，将这些邻居的平均值赋予代插值单元。  **3.2.2 地质异常指标计算**  完善底板的电阻率数据后，岩层电性参数通过底板的电阻率的分布情况计算所得，假设底板地层分为*j*层，探测得地层为[Y1, Y2, Y3…Yj]，每一层Y由若干单位的电阻率单元X组成，Y为[X1, X2,X3…Xk]，底板不同深度下电阻率分布情况为例如图3-6所示。    图3-6 底板不同深度下电阻率曲线分布  依据底板每一层电阻率数据的不均匀度提出单层电法变异系数*Ui*作为该岩层的电法评价指标，通过每一层电阻率值*Xij*进行计算，为突出电位异常增加了集中系数z，以集中系数为范围每m号网格周围n号网格做一次计算后取均值具体计算过程如下：  (3-7)  式中max为最大计算次数；i为电法探测探测的最大有效深度网格数；j电法探测探测的最远有效距离网格数；z为集中系数，经测试z取4-6为最佳值。  通过多层岩层的电阻率分布情况来表征该区域岩层的地质情况，最后将该探测区域内的地质异常指标值D定义为所有单层电法变异系数的和：  (3-8)  **3.3 油型气涌出危险评价方法**  **3.3.1 涌出关键因素变权重计算方法**  静态的常权评价方法往往受个人的主观判断干扰，对单个因素的偏好过于明显而忽略了多种因素的共同作用，使用常权评价方法所确定的指标权重往往过于片面，不变的权重在评价中也无法起到好的效果。所以在本次研究中采用变权综合权重对主观静态赋权的评价方法进行改进，变权综合模型最早是在系统研究因素空间理论中所提出的概念，其基本思想是在考虑因素本身及各个因素之间的关系所计算得出权重。变权的目的就是根据因素状态之间的均衡水平调整各因素在综合决策中的作用。所以在对油型气涌出危险性评价的基本思路为：首先通过主观赋权方法获得指标的初始权重值，再构造均衡函数，通过常权向量到变权向量的转化最终得到较为科学的各因素权重值。  首先主观赋权法采用层次分析法将油型气涌出的主要影响因素构建成油型气涌出危险性评价体系如图3-7所示，将综合评价指标划分为A层目标层、B层指标层两个层次。    图3-7 油型气涌出危险性评价体系  得到每两个指标相比对油型气涌出的重要程度，取值范围从1/9~9之间；1 表示两个元素相比，具有相同的重要性；3 表示两个元素相比，前者比后者稍重要；5 表示两个元素相比，前者比后者明显重要；7 表示两个元素相比，前者比后者强烈重要；9 表示两个元素相比，前者比后者极端重要；其他数值表示介于相邻重要等级之间的重要程度，具体比较矩阵表如3-1所示。  表3-3 各因素权重矩阵   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 影响因素 | 电性m | 稳定性g | 渗透性c | 地质构造s | | 电性m | 1 | Pmg | Pmc | Pms | | 稳定性g | Pgm | 1 | Pgc | Pgs | | 渗透性c | Pcm | Pcg | 1 | Pcs | | 地质构造s | Psm | Psg | Psc | 1 |   得到各因素判断矩阵后对其进行一致性检验，一致性检验的目的是防止出现各个因素之间出现不协调的情况，如因素A比B重要，因素B比C重要，而因素C又比A重要的逻辑错误。一致性检验步骤如下：  计算一致性指标C.I.计算各因素判断矩阵的最大特征值*λmax*，然后计算一致性指标C.I.  （3-9）  其中n为矩阵阶数  然后计算一致性比率C.R.。当一致性比率值小于0.1时则认为因素矩阵通过一致性检验，否则需要重新调整判断矩阵直至满足于条件。  （3-10）  在判断矩阵一致性检验通过后采用Saty开方法，将各因素权重矩阵的每行单元进行连乘，再将乘积开n次方得到单因素权重*wi*，最后对其进行归一化处理后所求的的特征向量即为初始常权向量记为*Aj*, 具体计算步骤如下：  （3-11）  （3-12）  在确定常权向量后，引入变权综合评价方法，合理研究所选择指标的不均衡性，参考经验选取的均衡函数：  （3-13）  其中*bj*为调整水平阈值，当因素状态过差时进行调整。  随后，将所求出的常权向量*Aj*与均衡函数进行Hadamard乘积变权，在进行归一化后求得变权向量*W*如下式所示：  （3-14）  **3.3.2 总评价指标计算**  评价指标*Q*的计算通过岩层电性参数、稳定性参数、渗透性参数、地质构造等参数值综合计算得出。稳定性参数值*g*通过计算底板的最大破坏深度值，根据电法探测获取可能存在的油型气区域即电阻率异常位置来对比修正，得出地层的稳定性参数值；渗透性参数值*c*通过底板地质参数值获取后根据低渗、中渗、高渗进行划分取值。地质构造参数值根据实际情况取0或1表示地质构造存在或不存在。最后四个影响参数值可表示为*η*，*η*为[电性参数值、稳定性参数值、渗透性参数值、地质构造参数值]，则总评价指标*Q*加权计算如下：  （3-15）  **3.3.3 危险性评价指标验证分析**  采用以上所述评价计算方法，对所有采集巷道测得的数据计算出油型气涌出危险性评价指标后，使用便携式瓦斯流量仪如图3-8所示，对相应巷道采场钻孔内瓦斯流量和瓦斯浓度进行测量。    图3-8 便携式瓦斯流量仪  由图3-9可以看出所探测的油型气危险性指标与抽采纯量基本规律一致，说明计算出的危险性指标能够准确反映油型气的赋存和涌出规律。而且三个区域的油型气涌出危险性有明显区别，其中北二区域的危险性指标分布较集中，为0.35-0.42间，说明油型气涌出危险性相对较高，而且探测范围距离较近，危险性差别较小。在215巷道探测点较多，距离较远，所以探测的结果差别大，并且底板油型气钻孔的抽采纯量数据变化也大，分布于在0-0.2 m3/min之间，而底板油型气危险性指标为0.2-0.59，个别区域的危险性较高，存在油型气的大量涌出危险。413巷道探测的危险性指标多数低于0.2，危险性较低。因此对比结果表明制定的油型气涌出危险性指标符合现场实际情况，是一种有效的油型气危险性精准预测评价方法。    图3-9 危险性指标与抽采纯量对比图   1. **实践感悟与收获**   本次煤矿安全工程专业实践，我深入参与了本次直流电法底板电位测定、抽采钻孔内瓦斯流量和瓦斯浓度测量以及油型气涌出危险性评价体系的构建。对我来说是第一次直面井下的工作现场，不仅有对第一次未知探索的兴奋，同时也有对自己现场实践能力不足的担忧。  第一次下井前的准备，不那么舒适的井下工作服、厚重的矿工帽、硌脚的大胶鞋却承担着耐磨、防火、防腐蚀等重要功能，通过长长的胶线与电源相连接的矿灯、紧实的呼吸面罩、沉甸甸的煤矿自救呼吸器便是我们最后的装备，就让我真切感受到书本上装备的实际应用，但也有许多装备并没有普及开来。随着下井过程中光亮逐渐被黑暗所吞噬，大家安在矿工帽上的矿灯也逐渐亮起，当运输车达到我们要开展测量工作巷道的站点后，我们拖着需要的装备向工作面挪动，脸上所感受到的风越来越大，风中飞散的尘埃越来越多，噪声也越来越清晰。就这样我们要开展工作了，不断将电极打入底板，汗水将面罩浸湿，在漫长的等待中完成了一次测量，最后拖着精疲力竭的身躯在站点等待回去的车。  后面一次次的下井无数次身心俱疲，却再没有面对未知的恐惧，只有坚定完成工作的决心。无疑在这次安全工程项目实践过程中充满了艰辛与困难，但我收获到的不仅是对先进装备和关键理论知识在现场的使用方法，也有对团队协作能力和吃苦耐劳精神的深入理解，发现了自身存在的诸多不足，同时也让我了解到了我国目前煤矿行业现状，虽然没有过去那种环境恶劣、装备落后的刻板印象，但离行业前沿所设想的智慧化矿山还有很长一段路要走，也更加让我意识到我们科研工作的重要性，虽然不是什么颠覆性研究项目，但却是一次利用物探方法提前预警油型气涌出危险性的有益尝试，我知道虽然我做出的十分努力在整个行业领域不过沧海一粟，但我也同时相信道阻且长，行则将至！ |

**如页面不够，可自行附页**

|  |
| --- |
|  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **校外兼职指导教师意见：**  **成绩（按通过、不通过计）：**  **签 名： 年 月 日** | | | |
| **专业实践报告会时间** |  | | |
| **专家签名** | **单位** | **专家签名** | **单位** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| **专家组考核意见：**  **成绩（按通过、不通过计）：**  **专家组组长签名： 年 月 日** | | | |
| **综合评语：**  **综合成绩（按优秀、良好、合格、不合格计）：**  **校内导师签名： 年 月 日 学院盖章： 年 月 日** | | | |