附件

贵州省透明矿山（井工煤矿）

建设指引（试行）

（征求意见稿）

第一章 总 则

第一条 【制定目的】为加强我省煤矿灾害治理和安全风险防范，按照“先易后难”的原则，分步推进透明矿山建设工作，提升煤矿重大风险处置能力，促进煤矿安全生产，特制定本指引。

第二条 【透明矿山定义】本指引所称透明矿山是指聚焦煤矿隐蔽致灾因素普查治理与透明地质的充分结合，运用先进的地质综合探测、大数据及工业互联网等相关技术与装备，通过构建包括信息基础设施、透明矿山管控平台、地质透明化、隐蔽致灾因素三维可视化、机电设备精细模型、安全生产风险分析预控体系等，实现矿山井上下地测、工程、监测监控、机电设备、开采环境、隐蔽致灾因素等真实、实时信息的高精度可视化展示、动态修正和远程控制，并实现多部门、多专业、多业务数据的集成与应用，实现动态预警、风险预控等功能。

第三条 【适用范围】本文件适用于在贵州省行政区域内建设的透明矿山（井工煤矿）。

第二章 信息基础设施

第四条 【通信网络】应满足《关于印发《贵州省智能煤矿建设指引（试行）》的通知》（黔能源科技〔2020〕123号）的要求。且可同时参考以下技术要求：

（一）构建“千兆接入+多种无线”组网模式，矿区接入网络传输带宽不低于千兆，核心节点实现冗余配置，部署Wi-Fi、4G/5G等无线通信网络，工控网划分独立传输通道，满足各种有线和无线通信需求以及调度通信需要。

（二）具备网络安全防护功能，实现专网与外网、控制网与管理网的隔离；网络防火墙具备网络入侵监测功能，主要系统满足网络安全等级保护二级要求；针对重要的三级系统，具备主动防御、可信验证、攻击检测功能。

（三）鼓励逐步开展“5G+矿山物联网”系统建设，建设多系统融合的无线接入网关，提升矿山无线基础设施兼容水平，提升煤矿各系统的综合感知能力、融合交互能力，满足煤矿透明化全面感知、自主决策和敏捷响应的需求。

第五条 【网络安全】应满足《关于发布<贵州省煤矿智能化数据交换技术要求（2020版）>加快推进煤矿智能化数据交换的通知》（黔能源科技〔2020〕59号）、《关于印发<贵州省智能煤矿建设指引（试行）>的通知》（黔能源科技〔2020〕123号）的安全要求。且可同时参考以下技术要求：

（一）应具备数据库隔离防护、数据加密、数据脱敏、数据库审计、数据防泄漏等数据安全防护能力。

（二）应具备设备身份标识、设备认证、设备接入、安全连接等可信接入能力。

（三）应具备身份鉴别、访问控制、资源管理、授权管理、行为审计等身份认证能力。

第六条 【数据中心】

（一）数据机房应具有环境动态监测、关键设备及系统运行状态监测；具有灾害自动报警、关键设备和系统运行异常报警功能；具备UPS电源，后备时间不小于4h。

（二）应建立数据备份系统，宜具备容灾功能。

（三）应具备统一数据采集、传输、存储和访问接口标准，实现数据融合、数据分析、数据分类等功能。

（四）具备海量多源异构数据存储能力，包括空间数据、属性数据和实时监测数据等部分。

（五）具备多源融合数据标准化接入和访问能力。

（六）应具备信息安全防护功能，满足等保二级要求；重要的三级系统，具备主动防御、可信验证、攻击检测能力。

第三章 透明矿山管控平台及数据交互

第七条 【透明矿山管控平台】基于统一数据标准、工业互联网架构，采用“云边协同”模式部署，集成各业务系统数据及感知层数据，运用新一代信息技术建设技术中台、数据中台和应用中台，为上层业务应用提供统一的数据汇聚与技术支撑，构建“透明化、可视化、一体化”管控模式，实现矿井隐蔽致灾数据共享服务与智能协同一体化管控。透明矿山建设的参考图1技术架构。



图1 透明矿山建设参考技术架构

（一）地质透明化。应用综合探测、监测技术与装备，利用各种探测、监测数据建立地质数据库，建立实时更新的地质与工程数据高精度融合模型，实现矿井地质信息的透明化。

（二）隐蔽致灾因素三维可视化。具备接入瓦斯、水、顶板及矿压等灾害监测数据的功能，在三维属性模型上同步映射显示，形成三维动态多属性模型，实现煤矿瓦斯、水害、火区、顶板及矿压等重点灾害地质因素的空间位置、几何特征和属性特征的可视化、预测与预警。

（三）机电设备精细模型。具备采、掘及通风、运输、排水、压风、瓦斯抽采设备的三维可视化建模，并实现监测数据在模型中同步可视化呈现。

（四）安全生产风险预控。具备对整体和主要“采、掘、机、运、通”系统安全运行状态进行实时评估的功能，实现应急救援辅助指挥功能。

（五）依托煤矿数据中心建设透明矿山管控平台，贯通智能生产执行层与智能控制层数据通道，实现地质透明化与隐蔽致灾因素、生产集中控制和安全监测融合、管控协同一体化。

第八条 【与省级监管平台数据交互】

（一）实现瓦斯、水、火、顶板及矿压等隐蔽致灾因素等监测数据与“能源云”平台进行数据交互；矿井瓦斯地质数据接入全省瓦斯地质和煤层瓦斯基本参数数据库平台，实现全省矿井瓦斯参数动态管理。

（二）基于瓦斯、水、火、顶板及矿压等监测数据，构建贵州省煤矿安全远程监管平台，实现省、市、县三级联网。

第四章 地质透明化

第九条 【地质综合探测、监测技术与装备】

（一）应根据矿井生产地质条件实际情况，合理选择钻探、物探等综合探测技术与装备，查明影响采掘工作的地质构造、瓦斯地质、水文地质等信息，探测成果应当能够相互验证，以提高探测数据的精度与可靠性。

（二）应具备对含煤地层结构、煤层及其顶底板岩性、地质构造、瓦斯富集区、富水异常区等综合探测成果数据的数字化存储，为三维地质模型构建提供数据支撑。

（三）鼓励采用随采（掘）随探、长掘长探（钻孔+物探）等智能探测技术与装备对采掘工作面前方地质构造进行精准动态探测，实现探测数据自动采集、上传、存储与分析等功能，探测成果数据用于三维地质模型的动态更新。

第十条 【地质信息数字化存储与多源数据融合】

（一）构建统一的综合地质信息时空数据库，具备对空间数据、属性数据以及时态数据的采集、存储、转换、管理、查询和分析等功能，实现地质数据的数字化和煤矿生产过程地质信息高效管理与数据共享。

（二）具备多源异构地质数据融合功能。对钻探、物探、采掘揭露和动态探测等多源异构地质数据进行整合、分析、冲洗、补齐等数据治理，通过数据空间配准、交叉验证、联合反演等融合处理，提高地质信息解释精度，为三维地质建模提供高精度的地质数据。

（三）具备对地质类、测量类、观测类和图件等地质数据的动态采集、实时入库功能，驱动地质数据库数据信息的持续更新，为三维地质模型的动态更新提供数据支撑。

第十一条 【透明地质三维动态模型】

（一）应构建矿井三维地质模型，实现地形地貌、地层、煤岩层、断层、褶曲、冲刷带、陷落柱等地质信息的三维可视化表达。三维地质模型应具备模型剖切、虚拟钻孔、空间计算、煤炭储量动态管理和地质辅助分析等功能。

（二）应构建透明工作面高精度三维地质模型，并依据采掘、探测和监测地质数据实现模型的动态更新，实现采掘工作面地质透明化。

（三）应构建矿井开拓、采掘巷道以及采空区等三维模型，采用数字孪生技术，实现采空区、采掘巷道的空间位置关系的透明化。

（四）基于矿井地质三维模型和采掘巷道三维模型，构建瓦斯地质、水文地质、火区地质等属性模型，以有效指导煤矿灾害防治和采掘工作。

第十二条 【透明地质与采掘工程信息互馈】

（一）具备地质数据与采掘工程信息的融合互馈功能。透明工作面三维地质模型能够为采掘提供足够精度地质构造三维空间坐标，实现采掘工程精准地质导航；采掘揭露的工程、地质数据可以不断更新并提高三维地质模型精度。

（二）鼓励有条件的矿井构建透明工作面数字模型，为智能化自主掘进、采煤提供技术支撑。

第五章 隐蔽致灾因素三维可视化

构建“隐蔽致灾因素探测/监测+三维地质模型”可视化模式，实现煤矿瓦斯、水害、火区、顶板及矿压等重点灾害地质因素的空间位置、几何特征和属性特征的可视化、预测与预警。详见附件灾害影响因素分类建设配置参考表。

第十三条 【瓦斯隐蔽致灾因素可视化】包括矿井多级瓦斯地质可视化、瓦斯抽采透明化、通风瓦斯日分析和煤与瓦斯突出灾害预测预警。

（一）矿井多级瓦斯地质可视化

1.应具有瓦斯地质数据信息化管理功能，实现对矿井瓦斯参数、揭露地质构造填绘、信息录入、编辑，对瓦斯地质信息的规范化、智能化和精细化管理。

2.应建立符合矿井煤层瓦斯赋存多元拟合预测模型，实现矿井向深部延伸的瓦斯压力、瓦斯含量等参数的动态预测和智能分析瓦斯赋存规律。

3.应具备自动生成瓦斯涌出量、瓦斯含量、瓦斯压力等值线、被保护范围、煤柱影响范围等功能。

4.应实现矿井多级瓦斯地质图（工作面防突预测图）的动态更新与管理功能。

5.应具备根据瓦斯地质图与监测监控系统实时数据关联，建立瓦斯涌出预测模型，预测残余瓦斯含量分布和瓦斯涌出量。

6.应能根据分析煤层瓦斯赋存规律，构建瓦斯赋存规律的三维空间体元模型，实现煤层瓦斯地质四维的“时－空”实时可视化展示。

（二）瓦斯抽采透明化

1.应具备瓦斯抽采钻孔智能设计与审查功能，实现不同类型钻孔的智能设计、根据巷道断面、煤层赋存、控制范围、孔底间距、开孔要求等参数，自动完成各类布置方式的钻孔设计，输出钻孔设计参数表、平面图、剖面图、断面图等设计成果；实现钻探效果智能分析与三维展示、钻孔布置缺陷自动判识、精准圈定钻孔空白带等功能。

2.应具备瓦斯抽采效果动态评价功能。

（1）应具备瓦斯抽采多源数据管理功能，实现对瓦斯抽采信息的精细化、规范化存储管理以及实时发布与共享，形成抽采工程各环节的信息融合和智能协同机制。

（2）建立瓦斯抽采多源数据的特征挖掘和精准分析模型，实现矿井瓦斯抽采效果的智能评估与图形化展示，实现对工作面、评价单元、钻场和重要区域的瓦斯抽采效果分元评价。

（三）通风瓦斯日分析

1.应具备自动化统计分析矿井通风瓦斯数据，包括采掘工作面风量、绝对瓦斯涌出量、一氧化碳浓度、防突预测指标、防突允许掘进距离、抽采量等，实现瓦斯浓度日分析报表自动生成。

2.应建立瓦斯低值异常识别模型，智能识别瓦斯浓度忽大忽小低值异常，减少煤矿瓦斯超限、瓦斯事故的发生。

（四）煤与瓦斯突出灾害预测预警

1.应构建瓦斯突出灾害的立体多维预警机制，建立煤与瓦斯突出的“宏观预测—区域监测—局部监测—逐点检验”的递进化预测方式，形成“早期、中期、后期”时间维度的横轴预警模式，“重度危险、一般危险、危险、安全”危险程度的竖向预警机制。

2.采用物联网、大数据、人工智能等信息技术，依托物探、钻探、安全监控、瓦斯参数检测、微震等多源数据，实现对动态监测数据变化趋势的智能预测与可视化展示，形成基于“时-空-度”多维度的瓦斯突出危险源的快速辨识和智能预警。

第十四条 【水害隐蔽致灾因素可视化】包括矿井水文地质数据信息管理、水害隐蔽致灾因素可视化、水害防治工程透明化和水害超前预测预报。

（一）矿井水文地质数据信息化管理

1.应具备水文地质数据的信息化管理功能。根据不同水文地质条件，具备水文气象、地表水系（岩溶）、含（隔）水层、充水水源、充水通道、充水强度、矿井涌水量、水文地质类型等基础信息以及“探、防、堵、疏、排、截、监”等相关水害防治工程数据的采集、存储、编辑和实时查询功能。

2.鼓励构建矿井水化学标准数据库，具备水质化验数据信息化管理，根据涌（突）水点水质化验成果自动判断别涌（突）水来源。

3.应实现煤矿防治水基础台账资料、建井基础成果图件、生产基础成果图件以及水文三区划分图等基础台账图件成果的动态更新与管理功能。

（二）水害致灾因素及防治水工程三维可视化

1.基于矿井水文地质属性模型，可视化展示地表水系、含/隔水层、采空区积水等充水水源的空间展布特征。

2.具备三维展示导水断层、溶洞、裂隙、陷落柱、离层、老窑和封闭不良钻孔等充水通道的空间展布特征。

3.具备三维可视化展示历史涌（突）水点位置和水源、水量、水位（水压）、水质等参数的功能。

4.应具备探放水钻孔辅助设计与审查功能，采用数字孪生技术，实现不同类型探放水钻孔的设计、施工轨迹的三维可视化。

（三）水害超前预测预报

1.应具备矿井涌水量预测功能，依据监测数据，结合水文地质属性模型，实时动态预测矿井涌水量。

2.应具备水害致灾因素预报功能，实现采掘前方水害危险源距离预警。水文地质条件复杂的矿井，宜开展富水性分区预测、顶/底板涌（突）水危险性分区预测；结合三维地质模型和水文地质属性模型，绘制煤层顶板充水含水层富水性分区图、煤层顶/底板涌（突）条件综合分区图。

3.应具备水害在线监测预警功能，实现对水文长期观测孔预警、井下水仓水位预警、密闭墙水位监测预警、出水点流量监测预警等。

4.宜开展矿井水害的预报预警机制创新，可采用“静态预测+动态预警”综合预警方式，形成“事前静态预测、事中动态监测预警”模式。

第十五条 【火区隐蔽致灾因素可视化】包括自然发火参数信息化管理、火区隐蔽致灾因素可视化和火灾分级预警。

（一）自然发火参数信息化管理

1.应具备煤层自然发火相关参数的信息化管理功能，实现对自燃倾向性、最短自然发火期、煤尘爆炸性等自然发火影响因素、采空区自然发火“三带”信息等数据的录入、存储、查询和信息化管理。

2.具备对井下环境、采空区等区域煤层自燃标志性气体、温度等多参数监测能力，并具备监测数据的接入、存储、查询和可视化展示功能。

（二）火区隐蔽致灾因素可视化及火灾分级预警

1.基于火区属性模型，结合煤层厚度、割煤高度、束管监测等数据，实现采空区遗煤和自然发火“三带”空间分布的可视化。

2.火灾发生时，结合火灾相关监测（气体浓度、温度）数据，可视化展示火区分布范围。

3.基于采掘巷道三维模型，实现防灭火材料、防灭火设备和设施、火区监测系统等空间分布的可视化。

4.能够通过最短自然发火期及氧化带宽度计算工作面最小推进速度，并根据实际采掘推进速度提供临界值预警。

5.开采容易自燃和自燃煤层的矿井，应建立矿井火灾分级预警体系，对火灾预警指标及其临界值进行设置，实现火灾自动识别及分级预警。

第十六条 【顶板及矿压隐蔽致灾因素可视化】包括顶板及矿压地质数据信息化管理、顶板及矿压致灾因素透明化、顶板及矿压灾害预警。

（一）顶板及矿压地质数据信息化管理

1.应具备煤矿顶板灾害致灾因素数据的信息化管理功能，实现对易诱发顶板灾害的采高、煤层及其顶板岩层产状、围岩性质及其组成、相变带、地质构造、开采深度、地层应力集中区、上覆遗留煤柱等地质数据的录入、存储、编辑、实时查询和信息化管理。

2.应根据矿井生产条件、顶板和矿压灾害影响程度和表现形式，按照《煤矿安全规程》等相关规定要求进行区域、局部联合监测，并具备采掘巷道围岩、矿压监测系统等动态监测数据的接入、存储、查询和展示功能。

（二）顶板及矿压致灾因素透明化

1.具备将三维地质模型与顶板致灾因素相结合，实现工作面顶板冒落风险区隐蔽致灾因素及参数三维可视化。

2.依托三维地质模型，结合地质构造、顶板岩性、采掘工艺和矿压监测数据，构建工作面上覆岩层应力场及裂隙场分布模型，预测采动条件下煤层顶板应力场和裂隙场分布。

3.基于三维地质模型，综合矿压理论和大数据分析原理，自动分析初次来压步距、周期来压步距、来压强度、来压持续距离和推进度等矿压显现指标，实现回采工作面现场推进和矿压地质模型同步推演。

（三）顶板及矿压灾害预测预警

1.具备顶板致灾因素预测预报功能，实现采掘前方顶板致灾危险源、威胁方式、危险程度的识别和预警。

2.融合矿压、应力和微震监测数据，结合顶板事故记录，建立符合矿山顶板（围岩）事故发生机理的预警模型，结合信息网络技术，实现顶板（围岩）事故的在线预警和报警。

第六章 机电设备精细模型

采用全景技术、近景摄影测量等技术，建立包括采掘、运输、提升、通风、瓦斯抽采、压风、排水、供电等设备1:1精细模型，应满足《贵州省智能煤矿建设指引（试行）》（黔能源科技〔2020〕123号）的相关要求。

第十七条 【采掘设备及参数可视化】

（一）应构建采煤机实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将采煤机精细模型配准至相应的回采工作面，并对监测控制系统中相关监测数据（如温度、电流，压力等）在模型中进行呈现，并利用三维激光雷达等空间定位系统对采煤机空间位置以及姿态进行数字孪生同步可视化。

（二）应构建液压支架实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将液压支架精细模型配准至相应的采掘工作面，结合设备模型数字化展示支架压力、倾角、推移行程视频等监测数据，并利用三维激光雷达等空间定位系统对液压支架空间位置以及姿态进行数字孪生同步可视化。

（三）应构建刮板运输机实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将刮板运输机精细模型配准至相应的回采工作面，结合设备模型数字化展呈现弯曲角度、运行状态、槽点弯曲距离以及震动、温度等监测数据，并利用三维激光雷达等空间定位系统对刮板运输机空间位置以及运行状态进行数字孪生同步可视化。

（四）应构建掘进机实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将掘进机精细模型配准至相应的采掘工作面，结合设备模型数字化展呈现掘进机的油液状态、倾角、温度、电流、震动等监测数据，并通过利用三维激光雷达等空间定位系统对掘进机空间位置以及运行状态进行数字孪生同步可视化。

第十八条 【辅助设施及参数可视化】

（一）应构建机电设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将电机等精细模型配准至相应的采掘工作面，并接入电压、电流等监测数据对设备运行状态进行同步可视化。

（二）应构建运输设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系进行模型空间配准，并根据监测传感器实现煤量、带速以及温度参数的同步可视化。

（三）应构建通风设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将风机、风筒、风门等精细模型配准至相应的巷道，并接入风速、风量等监测数据对设备运行状态进行同步可视化。

（四）应构建排水设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将水泵、排水管路、水仓等精细模型配准至相应的巷道，并接入水位、流量、水温等监测数据对设备运行状态进行同步可视化。

（五）应构建压风设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将压风机、压风管路、管阀门、用风设备等精细模型配准至相应的巷道，并接入排气压力、排气流量、温度等监测数据对设备运行状态进行同步可视化。

（六）应构建瓦斯抽采设备实景等比例模型，基于矿井地质模型统一空间坐标系，将瓦斯抽采泵、水泵、电动阀门、总管等精细模型配准至相应的巷道，并接入甲烷浓度、流量、压力、温度等监测数据对设备运行状态进行同步可视化。

第七章 安全生产风险分析预控体系

第十九条 【安全生产风险分析预警系统】

（一）具有对监测数据的实时分析功能，并具有对整体和主要“采、掘、机、运、通”系统安全运行状态进行实时评估的功能。

（二）具有完善的安全风险分级管控和隐患排查治理双重防控机制，实现多种灾害监测数据的融合共享，以及对煤矿安全态势的动态评估、预测、预警。

（三）应具备矿井环境参数的实时监测信息、重点区域的安全状态实时评估及预警信息具有与现场人员进行实时互联的功能。

第二十条 【安全生产风险应急管控】

（一）应具有不同隐蔽灾害应急预案及应急管理制度编制。

（二）应具备重大灾害事故仿真模拟，通过模拟不同场景和条件下的灾害情况，为救援指挥人员提供可视化的灾害演化和应对方案。

（三）具有矿井应急救援工作管理及指挥能力，根据灾害监测预警、综合评估结果，自动调用应急救援预案和避灾路线，实现应急救援辅助指挥功能。

（四）具备事故救援过程追忆和文档自动生成。

（五）具有对重大应急事件、重大卫生安全事件的应急处置管理能力。

第七章 其它

第二十一条 【指南归口】本指引由贵州省能源局负责解释，并依据国家政策、行业标准等适时调整。

第二十二条 【生效时间】本指引（试行）自2023年X月X日起试行。

附件

灾害影响因素分类建设配置参考表

| **灾害影响因素** | **配置建议** | **分类功能配置参考**  （√ 配置 × 不配置） | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **瓦斯** | **（一）矿井多级瓦斯地质可视化** | **瓦斯** | **高瓦斯** | **煤与瓦斯突出** |
| 应具有瓦斯地质数据信息化管理功能，实现对矿井瓦斯参数、揭露地质构造填绘、信息录入、编辑，对瓦斯地质信息的规范化、智能化和精细化管理。 | √ | √ | √ |
| 应建立符合矿井的煤层瓦斯赋存多元拟合预测模型，实现矿井向深部延伸的瓦斯压力、瓦斯含量等参数的动态预测和智能分析瓦斯赋存规律。 | √ | √ | √ |
| 应具备自动生成瓦斯涌出量、瓦斯含量、瓦斯压力等值线、被保护范围、煤柱影响范围等功能。 | √ | √ | √ |
| 应实现矿井多级瓦斯地质图（工作面防突预测图）的动态更新与管理功能。 | √ | √ | √ |
| 应具备根据瓦斯地质图与监测监控系统实时数据关联，建立瓦斯涌出预测模型，预测残余瓦斯含量分布和瓦斯涌出量。 | √ | √ | √ |
| 应能根据分析煤层瓦斯赋存规律，构建瓦斯赋存规律的三维空间体元模型，实现煤层瓦斯地质四维的“时－空”实时可视化展示。 | √ | √ | √ |
| **（二）瓦斯抽采透明化** | | | |
| 应具备瓦斯抽采钻孔智能设计与审查功能，实现不同类型钻孔的智能设计、根据巷道断面、煤层赋存、控制范围、孔底间距、开孔要求等参数，自动完成各类布置方式的钻孔设计，输出钻孔设计参数表、平面图、剖面图、断面图等设计成果；实现钻探效果智能分析与三维展示、钻孔布置缺陷自动判识、精准圈定钻孔空白带等功能。 | × | √ | √ |
| 应具备瓦斯抽采效果动态评价功能。   1. 具备瓦斯抽采多源数据管理功能，实现对瓦斯抽采信息的精细化、规范化存储管理以及实时发布与共享，形成抽采工程各环节的信息融合和智能协同机制。 2. 建立瓦斯抽采多源数据的特征挖掘和精准分析模型，实现矿井瓦斯抽采效果的智能评估与图形化展示，实现对工作面、评价单元、钻场和重要区域的瓦斯抽采效果分元评价。 | × | √ | √ |
| **（三）通风瓦斯日分析** | | | |
| 应具备自动化统计分析矿井通风瓦斯数据，包括采掘工作面风量、绝对瓦斯涌出量、一氧化碳浓度、防突预测指标、防突允许掘进距离、抽采量等，实现瓦斯浓度日分析报表自动生成。 | × | √ | √ |
| 应建立瓦斯低值异常识别模型，智能识别瓦斯浓度忽大忽小低值异常，减少煤矿瓦斯超限、瓦斯事故的发生。 | × | × | √ |
| **（四）煤与瓦斯突出灾害预测预警** | | | |
| 应构建瓦斯突出灾害的立体多维预警机制，建立煤与瓦斯突出的“宏观预测—区域监测—局部监测—逐点检验”的递进化预测方式，形成“早期、中期、后期”时间维度的横轴预警模式，“重度危险、一般危险、危险、安全”危险程度的竖向预警机制。 | × | × | √ |
| 采用物联网、大数据、人工智能等信息技术，依托物探、钻探、安全监控、瓦斯参数检测、微震等多源数据，实现对动态监测数据变化趋势的智能预测与可视化展示，形成基于“时-空-度”多维度的瓦斯突出危险源的快速辨识和智能预警。 | × | × | √ |
| **水害** | **（一）矿井水文地质数据信息化管理** | **简单** | **中等** | **复杂** |
| 应具备水文地质数据的信息化管理功能。根据不同水文地质条件，具备水文气象、地表水系（岩溶）、含（隔）水层、充水水源、充水通道、充水强度、矿井涌水量、水文地质类型等基础信息以及探、防、堵、疏、排、截、监等相关水害防治工程数据的采集、存储、编辑和实时查询功能。 | × | √ | √ |
| 应构建矿井水化学标准数据库，具备水质化验数据信息化管理，根据涌（突）水点水质化验成果自动判断别涌（突）水来源。 | × | √ | √ |
| 应实现煤矿防治水基础台账资料、建井基础成果图件、生产基础成果图件以及水文三区划分图等基础台账图件成果的动态更新与管理功能。 | × | √ | √ |
| **（二）水害致灾因素及防治水工程三维可视化** | | | |
| 基于矿井水文地质属性模型，可视化展示地表水系、含/隔水层、采空区积水等充水水源的空间展布特征。 | × | √ | √ |
| 具备三维展示导水断层、溶洞、裂隙、陷落柱、离层、老窑和封闭不良钻孔等充水通道的空间展布特征。 | × | √ | √ |
| 具备三维可视化展示历史涌（突）水点位置和水源、水量、水位（水压）、水质等参数的功能。 | × | √ | √ |
| 应具备探放水钻孔辅助设计与审查功能，采用数字孪生技术，实现不同类型探放水钻孔的设计、施工轨迹的三维可视化。 | × | √ | √ |
| **（三）水害超前预测预报** | | | |
| 应具备矿井涌水量预测功能，依据监测数据，结合水文地质属性模型，实时动态预测矿井涌水量。 | × | √ | √ |
| 具有水害致灾因素预报功能，实现采掘前方水害危险源距离预警。水文地质条件复杂的矿井，宜开展富水性分区预测、顶/底板涌（突）水危险性分区预测；结合三维地质模型和水文地质属性模型，绘制煤层顶板充水含水层富水性分区图、煤层顶/底板涌（突）条件综合分区图。 | × | √ | √ |
| 应具备水害在线监测预警功能，实现对水文长期观测孔预警、井下水仓水位预警、密闭墙水位监测预警、出水点流量监测预警等。 | × | √ | √ |
| 宜开展矿井水害的预报预警机制创新，可采用“静态预测+动态预警”综合预警方式，形成“事前静态预测、事中动态监测预警”模式。 | × | √ | √ |
| **火区** | **（一）自然发火参数信息化管理** | **不易自燃（**III**类）煤层** | **自燃（**II**类）煤层** | **易自然（**I**类）煤层** |
| 应具备煤层自然发火相关参数的信息化管理功能，实现对自燃倾向性、最短自然发火期、煤尘爆炸性等自然发火影响因素、采空区自然发火“三带”信息等数据的录入、存储、查询和信息化管理。 | × | √ | √ |
| 具备对井下环境、采空区等区域煤层自燃标志性气体、温度等多参数监测能力，并具备监测数据的接入、存储、查询和可视化展示功能。 | × | √ | √ |
| **（二）火区隐蔽致灾因素可视化及火灾分级预警** | | | |
| 基于火区属性模型，结合煤层厚度、割煤高度、束管监测等数据，实现采空区遗煤和自然发火“三带”空间分布的可视化。 | × | √ | √ |
| 火灾发生时，结合火灾相关监测（气体浓度、温度）数据，可视化展示火区分布范围。 | × | √ | √ |
| 基于采掘巷道三维模型，实现防灭火材料、防灭火设备和设施、火区监测系统等空间分布的可视化。 | × | √ | √ |
| 能够通过最短自然发火期及氧化带宽度计算工作面最小推进速度，并根据实际采掘推进速度提供临界值预警。 | × | √ | √ |
| 开采容易自燃和自燃煤层的矿井，应建立矿井火灾分级预警体系，对火灾预警指标及其临界值进行设置，实现火灾自动识别及分级预警。 | × | √ | √ |
| **顶板及矿压** | **（一）顶板及矿压地质数据信息化管理** | **围岩稳定，对采掘影响很小** | **围岩较稳定，对采掘有一定影响** | **围岩不稳定，对采掘影响较大** |
| 应具备煤矿顶板灾害致灾因素数据的信息化管理功能，实现对易诱发顶板灾害的采高、煤层及其顶板岩层产状、围岩性质及其组成、相变带、地质构造、开采深度、地层应力集中区、上覆遗留煤柱等地质数据的录入、存储、编辑、实时查询和信息化管理。 | × | √ | √ |
| 应根据矿井生产条件、顶板和矿压灾害影响程度和表现形式，按照《煤矿安全规程》、《煤矿顶板安全管理规定》等相关规定要求进行区域、局部联合监测，并具备采掘巷道围岩、矿压监测系统等动态监测数据的接入、存储、查询和展示功能。 | × | √ | √ |
| **（二）顶板及矿压致灾因素透明化** | | | |
| 具备将三维地质模型与顶板致灾因素相结合，实现工作面顶板冒落风险区隐蔽致灾因素及参数三维可视化。 | × | √ | √ |
| 依托三维地质模型，结合地质构造、顶板岩性、采掘工艺和矿压监测数据，构建工作面上覆岩层应力场及裂隙场分布模型，预测采动条件下煤层顶板应力场和裂隙场分布。 | × | √ | √ |
| 基于三维地质模型，综合矿压理论和大数据分析原理，自动分析初次来压步距、周期来压步距、来压强度、来压持续距离和推进度等矿压显现指标，实现回采工作面现场推进和矿压地质模型同步推演。 | × | √ | √ |
| **（三）顶板及矿压灾害预测预警** | | | |
| 具备顶板致灾因素预测预报功能，实现采掘前方顶板致灾危险源、威胁方式、危险程度的识别和预警。 | × | √ | √ |
| 融合矿压、应力和微震监测数据，结合顶板事故记录，建立符合矿山顶板（围岩）事故发生机理的预警模型，结合信息网络技术，实现顶板（围岩）事故的在线预警和报警。 | × | √ | √ |