2026年度山东矿山安全生产先进适用技术装备

国家矿山安全监察局山东局 山东省科学技术厅

山东省工业和信息化厅 山东省应急管理厅 山东省能源局

2026年10月

目录

第1部分　矿山采掘 1
1.1 密实充填新型前进式综合机械化采煤方法 1
1.2 矿用架棚机器人 3
1.3 电牵引采煤机规划截割关键技术及系统 5
1.4 采煤工作面囊袋充填封堵工艺 7
1.5 地下采场自动化破碎锤 9
1.6 煤矿液压支架立柱长寿命耐腐蚀关键技术研究及应用 11
1.7 IMOSS惯导系统 13
1.8 采煤工作面数字孪生远控平台关键技术研究与应用 15
1.9 1.75米中心距超大阻力放顶煤液压支架研究与应用 17
1.10 喷浆机器人 19
1.11 工作面两巷协同联动一体化控制系统 21
1.12 EBZ260M-4型四臂掘锚机 23
1.13 采煤工作面液压支架一体化高效回撤系统 25
1.14 前进式膏体充填开采液压支架 27
1.15 智能化综采工作面分布式远程控制系统 29
1.16 深部大断面厚顶煤巷道桁架支护体系 31
1.17 薄煤层型液压支架电液控制系统 33
1.18 EBH330M-2掘锚机 35
1.19 煤矿充填连采连充系统 37
1.20 “扩安一体”高效掘安创新工艺 39
1.21 EBZ260M-6T门架式掘锚机 41
1.22 地下采场自动化凿岩台车 43
1.23 复杂地质条件用小空顶距掘锚一体机 45
1.24 矿用履带式物料推进车 47
1.25 高工作阻力立柱安全保障产品系统 49
1.26 小变形恒阻吸能锚杆索 51
1.27 冲击地压矿井底煤卸压用链臂锯切机 53

1.28 基于粒度在线感知与智能调控的大高径比无耙柱式膏体浓密装备 55
1.29 模块化充填站 57
1.30 MJZ-350/580X前进式充填工作面机头专用机载钻机 59
1.31 3D打印整铸中部槽 61
1.32 煤矿用综采工作面自动控制装置 63
1.33 BRW系列无泵头体直排式乳化液泵 65
1.34 高压水力预裂在硬岩掘进中的探索 67
1.35 深部煤巷700 MPa高强锚杆快速支护成套技术与装备 69
1.36 井下巷道矿用装载机（内燃款、纯电款） 71
1.37 尾砂似膏体胶结充填系统智能化工艺技术改造 73
第2部分 机电运输 75
2.1 悬臂式“双向90°旋转”掘锚机二运装置 75
2.2 矿用智能煤仓防堵、防溃管控系统 77
2.3 基于网络继电保护的全矿井智能供电关键技术 79
2.4 三相电能过滤器的应用 81
2.5 立井提升系统智能安全协同保障平台研究与应用 83
2.6 机电维修快速拆卸拉拔装置应用 85
2.7 井下煤泥水综合处理系统及沉淀池智能清挖机 87
2.8 矿用隔爆兼本质安全型减速永磁同步变频调速一体机 89
2.9 井筒变形机理与灾害防治监测技术研究 91
2.10 煤矿井下大流量智能压裂泵站 93
2.11 设备健康诊断平台 95
2.12 矿用智能煤流调速系统 97
2.13 8.7/10 kV及以下光纤复合煤矿用电力电缆 99
2.14 控制线芯加强型采煤机电缆 101
2.15 带式输送机光纤听诊系统 103
2.16 矿用带式输送机光纤型综合保护装置 105
2.17 大倾角下运防飞车高效输送系统 107
2.18 锂电池单轨吊智能驾驶系统 109

2.19 单元支架搬运机器人 111
2.20 矿用隔爆兼本质安全型组合变频起动器 113
2.21 矿用锂电单轨吊“定位- 传输- 电池监护”一体化智能管理系统 115
2.22 矿用隔爆兼本质安全型高压减速永磁同步变频调速一体机 117
2.23 架空乘人装置AI智能识别系统 119
2.24 矿用隔爆兼本质安全型高压变压永磁同步变频调速一体机 121
2.25 钢丝绳张力监测系统 123
2.26 架空乘人装置保护精准定位及数据传输系统 125
2.27 矿用防爆制冷装置 127
2.28 高效离心式压风机在矿井中的应用 129
2.29 副井提升称重防超载系统的应用 131
2.30 低矮型支架拖车 133
2.31 可靠性煤矿架空乘人装置 135
2.32 煤矿立井提升用电智能监测分析系统 137
2.33 智能感知设备在35 kV外线供电线路中的应用 139
2.34 煤机设备在线监测与故障智能诊断系统 141
2.35 高精钢丝绳损伤智能检测仪器与装备 143
2.36 框架式破碎站 145
2.37 新一代防爆高压变频器 147
2.38 防爆多点驱动锂电池单轨吊机车 149
2.39 远程遥控智能井下铲运机 151
2.40 安全防撞深井无轨运矿装备 153
2.41 天轮监控系统音频采集功能在主井天轮中的应用 155
2.42 煤矿井下高压链式无功发生器装备 157
2.43 矿用隔爆兼本质安全型高压组合真空配电装置 159
2.44 迈步式带式输送机用自移机尾 161
2.45 四足巡检作业处置一体化新型智能装备 163
2.46 ZSCJ127S(A)矿用钢丝绳激光磁性探伤装置 165
2.47 大倾角工作面“齿轨车+调架平台+单轨吊”回撤装备 167

2.48 智能单轨吊机车矿山辅助运输装备 169
2.49 矿用特高压供液管路 171
2.50 矿用“一键顺控”智能高压开关柜 173
2.51 火试金实验室复合机器人 175
2.52 饰面石材矿山垂切圆锯、平切绳锯、排孔钻机器人+远程智控系统 177
2.53 超高压气动油泵 179
2.54 255 m深度矿井200 t/h垂直提升输送系统 181
第3部分 矿山通防 183
3.1 尾气CO高效消纳装备 183
3.2 霄云煤矿井口全风量降温系统 185
3.3 煤矿瓦斯巡检系统 187
3.4 矿用本安型气雾喷洒控制器 189
3.5 井下矸石破碎及转运充填降尘设备 191
3.6 智能矿用主通风机 193
3.7 瓦斯抽采钻孔智能管控系统 195
3.8 高负压高效地面固定瓦斯抽采泵井下移动瓦斯抽放泵站 ... 197
3.9 煤矿防灾减灾快速隔离密闭系统 199
3.10 基于巷道粉尘浓度和通风监测的智能干式除尘装置 201
3.11 矿井AI大模型视觉识别粉尘治理与智能喷雾降尘装备 203
3.12 矿用无线智能喷雾降尘系统 205
3.13 KSS-300便携式微型色谱分析仪 207
3.14 智能通风管控系统 209
第4部分 地质防治水 211
4.1 基于震电耦合与机器视觉的矿山水害灾变智能预警技术及系统211
4.2 定向长钻孔采空区减水治理及底板奥灰水防治技术与装备 . 213
4.3 工作面过大型岩溶陷落柱开采水害主动防控关键技术研究与应用 215
4.4 基于钻孔数据的断层带模型智能构建技术及应用 217
4.5 掘进巷道随掘随探智能监测技术 219

4.6 空天地一体化矿山安全地质灾害预警技术 221
4.7 金属矿井巷道内封闭不良钻孔的卸压注浆止水方法及应用 . 223
4.8 复杂场景下的地下矿山全域实景三维建设技术 225
4.9 露天矿山采剥作业空间动态实景三维数字孪生与智能安全管控成套技术 227
4.10 超深孔小口径岩心钻探技术与安全成套升级装备 229
4.11 煤矿用自动控制坑道钻机（ZKY-17000/132LD） 231
4.12 矿用钻孔成像仪（双目） 233
4.13 原位土取样关键技术与装备 235
第5部分 监测监控 237
5.1 矿用融合IP切片网络系统 237
5.2 煤矿智能微震监测技术及装备 239
5.3 煤矿矿震烈度监测技术及装备 241
5.4 煤矿内因火灾前兆全激光痕量气体智能监测预警技术及装备 243
5.5 煤矿冲击地压大数据分析平台 245
5.6 煤矿冲击地压钻孔径向应力监测系统 247
5.7 KJ95X煤矿安全监控系统 249
5.8 KJ1580J煤矿井下人员精确定位系统 251
5.9 煤矿顶板在线监测大数据综合管理平台 253
5.10 密闭多参数监测系统 255
5.11 KJ2977矿用电源监测系统 257
5.12 矿用无线信号通讯装置 259
5.13 矿山动力灾害监测预警系统 261
5.14 矿产资源动态监测系统 263
5.15 KTC199矿用通信控制装置 265
5.16 KJ2230矿用光纤微震监测系统 267
5.17 KJ43矿用排水监控系统 269
5.18 煤矿安全生产监测预警系统移动端 271
5.19 KJ36A煤矿电力监控系统 273
5.20 KJ1456矿用光纤矿山压力监测系统 275

5.21 KT190(A)矿用广播通信系统 277
第6部分　安全管理 279
6.1 矿山岗位安全素质能力智能提升与精准评估系统 279
6.2 重大灾害风险防控平台 281
6.3 安全操作智能AI识别摘挂钩检测系统 283
6.4 矿山地面储料场全封闭智能气膜安全防护装备 285
6.5 防冲钻孔机器人 287
6.6 安全运维管控平台 289
6.7 煤矿物料智能调度平台 291
6.8 一种爆破断顶卸压防治冲击地压新工艺 293
6.9 盐井钻探项目智慧工地安全管控与智能预警技术 295
6.10 模拟巷道训练系统 297
6.11 煤矿职工健康大数据平台 299
6.12 矿山井下全路况多功能安全巡检车 301
第7部分　矿山洗选 303
7.1 洗煤厂旋流微泡浮选柱分选（二次浮选）工艺系统的应用 . 303
7.2 矿山选厂球磨机智能加球装置 305
7.3 重介选煤分选密度智能控制系统 307
7.4 新型复合高频脱泥脱水筛 309
7.5 基于AI识别异物智能分拣机器人系统的研究与应用 311
7.6 黄金矿山矿浆取样机器人 313
7.7 智能化、绿色化锆钛矿综合回收成套工艺及装备 315
7.8 黄金矿山皮带取样机器人 317

第1部分　矿山采掘

1.1 密实充填新型前进式综合机械化采煤方法

申报单位：枣庄矿业（集团）有限责任公司

合作单位：山东能源集团

山东能源装备集团高端支架制造有限公司

一、基本情况

密实充填新型前进式综合机械化采煤方法是把密实充填与前进式开采方法相结合后的新方法，打破传统“先掘两巷、后退回采”思维，摒弃大规模预掘顺槽模式，变“先掘后采”为“采掘一体”。工作面只需形成必要的联络巷道和切眼，即可组织生产，形成完善的生产系统，进行前进式采煤，同步对采空区密实充填，并形成工作面进、回风巷，实现无煤柱连续开采。具体工艺流程为：铺网—割煤—移架—推溜—支护，工作面推进到设计充填步距后，对采空区待充区进行隔离、充填作业，完成单轮充填循环。以岱庄煤业前进式充填开采E3下01充填工作面为例，减少巷道掘进610米，减幅80%以上，节约掘进人工成本210万元、支护材料36万元，吨煤成本降低约5%，缩短工作面投产时间2个月。

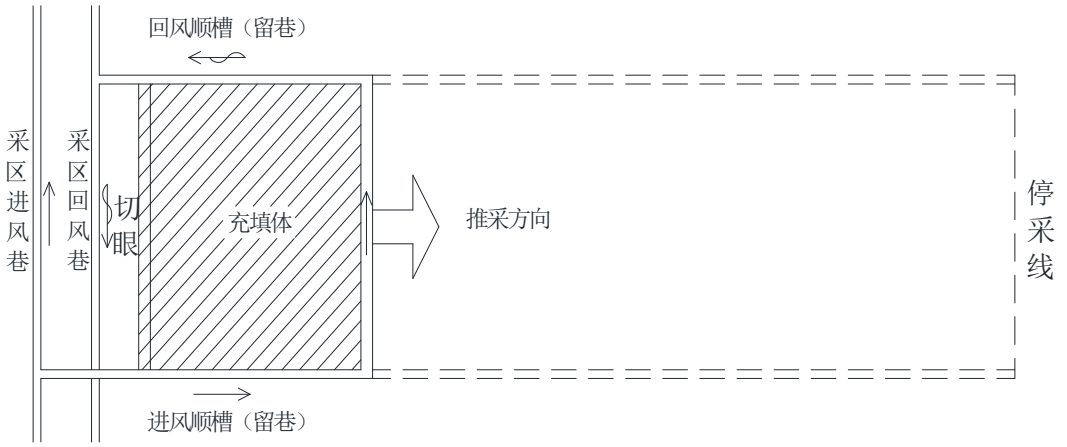
二、技术特点

该技术突破传统后退式充填开采工艺局限，在开采工法、专用装备、充填材料、隔离工艺、智能监测、泵送系统等方面形成一系列创新成果，一是为留出工作面两端头行人安全出口以及转载机空间，对采煤机摇臂、刮板运输机进行改造，满足空间要求；二是工作面采用新一代分体式充填液压支架，实现“采、支、充”平行作业；三是以“早凝快强”为原则，进一步缩短初凝时间，提高终凝强度，确保当班初凝、脱模成巷；四是定制带挑梁单元临时支架、加装侧翼结构端头支架，改造带液压临时支护的锚杆钻车，提升端头支护安全与作业效率。五是对充填区域膏体应力及位移、自成巷区域顶板离层、围岩

变形、锚杆锚索载荷进行监测，对工作面开采区液压支架初撑力及末阻力等数据从时间和空间两个维度进行全面动态监测分析。适用于生态环境敏感区块，能够避免采空区塌陷，降低覆岩扰动强度与影响范围。可用于水害、冲击地压等灾害区域，可借助密实充填开采技术实现灾害协同防控治理。

三、应用情况

枣庄矿业（集团）有限责任公司岱庄煤业公司2025年5月建成E3下01工作面，2026年1月回采结束，共计完成97个充填循环，推采306米，充填置换煤量10万吨。山东能源集团前进式充填开采已在兴隆庄、南屯、梁宝寺等8对煤矿应用，覆盖不同地质条件、不同煤层赋存、不同灾害类型矿井，验证了该方法的稳定性、可靠性与广泛适用性。其中，岱庄煤业73下35工作面依托前期实践经验，持续优化工艺流程、强化工序衔接，作业效率稳步提升，已稳定达到2天1循环（3.2 m），工作面单产水平突破5万吨，达到单面年产60万吨能力。







1.2 矿用架棚机器人

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：中铁工程装备集团股份有限公司

一、基本情况

东滩煤矿四采区3下煤巷道采用架棚支护，委托中铁工程装备集团研发架棚机器人，整机由机械臂、本体部、液压装置、电气装置、驱动部、拖缆装置等六部分组成。供电电缆通过拖缆装置实现跟机移动；电机带动液压泵为整个系统提供动力源，摩擦轮式液压驱动器为架棚机器人提供行走动力，使其沿单轨吊梁移动；机身两侧配备四个撑靴，用于驻车时稳固机身；机身前部装备多自由度机械臂及夹爪，实现棚梁和棚腿的抓取、运输等功能。

二、技术特点

1.立体错车模式：单轨吊式行走设备与悬臂掘进机在断面上空间分离，实现两者快速错车，解决了现有设备无法快速到达迎头施工的问题。

2.多关节联动机械臂：采用带有撑顶、撑靴及可伸缩摆动旋转的多关节、多自由度主臂的架棚机器人进行巷道钢梁施工的钢梁抓持，配合辅助施工人员进行更加细微复杂的挂网、接顶工作，形成了高效、安全、省力、少人的新型人机配合井下架棚施工作业方式。

3.液压控制创新—复合制动安全系统：用快速释放油缸和大刚性弹簧并配合针对性的液压系统与控制逻辑调校，解决了设备行走过程中紧急情况下需要刹车快速启动与正常启动时需平稳启动与停止两者之间的矛盾，达到设备平稳安全快速移动的目的。

4.前后架分离技术：通过将前架与后架分离、中间以连接架方式铰接将狭长本体从中部分开，令整机获得更小转弯半径，更加适应井下运行过程中对设备转弯的要求。

三、应用情况

应用于兖矿能源集团股份有限公司东滩煤矿43下01轨顺、43下01运顺、43下01运顺运输通道，累计架棚1742架。

架棚机器人投入使用后，在提高生产效率、降低人工成本和提升作业安全等方面均带来了显著的经济效益：一是将架棚施工作业从事重体力劳动的5～6人降低至3人，其中1人操作设备、2人进行微调工作，每年每台设备节省人工成本约40万元；二是架棚施工效率提高，整体架棚施工时间缩短，减少管理成本；三是提升作业安全性，机器人作业降低了矿工在危险环境中的暴露时间，降低了工伤事故的风险，从而间接降低了企业的安全成本。





1.3 电牵引采煤机规划截割关键技术及系统

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：中煤科工集团上海有限公司

一、基本情况

采煤机规划截割关键技术及系统依托记忆截割、工作面三维地质模型、历史回采数据构建智能截割数据库，开发多源数据融合智能调控与截割算法。通过分析工作面截割操作数据，自动规划顶底截割模型与开采工艺，提升系统精度与地质适应性，克服记忆截割学习周期长、适应性弱、操作繁杂等难题，保障工作面常态化应用，自主截割率≥90%。项目通过煤炭工业协会鉴定，达到国际先进水平，获协会一等奖。

二、技术特点

采煤机规划截割关键技术及系统构建了“多源融合—智能规划—实时修正—数据闭环”的控制架构:

（1）多源融合：融合采煤机历史截割数据、三维地质模型、实时状态及人工干预数据，采用多参数加权融合算法构建高精度截割模型。

（2）智能规划：依托高精度截割模型，自动生成未来 5 刀以上截割路径，结合高精度位姿传感器、克里金插值算法、位姿动态补偿实现复杂工作条件下的地质—截割参数精准映射，实现位置精度误差≤0.05%、截割高度误差≤1.2%。

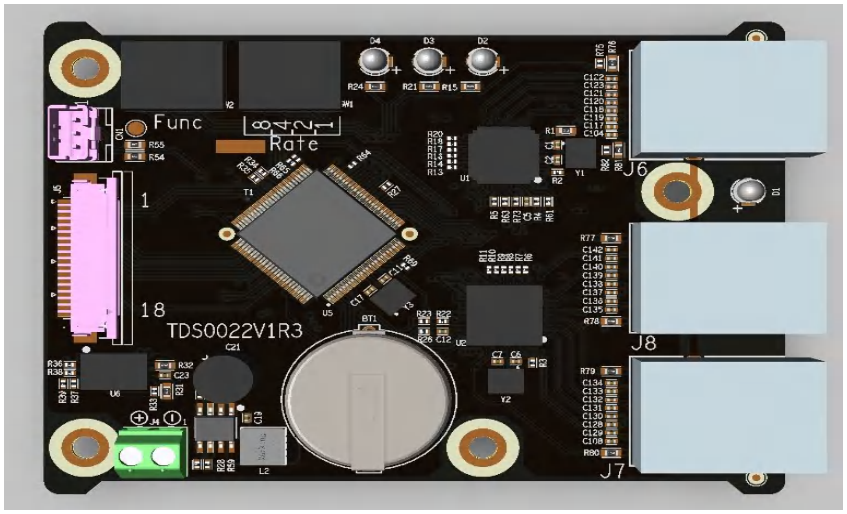
（3）实时修正：以振动、截割电流等多参量判别正常截割、截割硬岩/夹矸等 5～6 类截割状态，实时修正预规划路径。

（4）数据闭环：构建本地－远程双模协同控制网络通信架构，延迟≤50 ms、丢包率≤0.05%；高可靠嵌入式控制模块（STM32F427）如图 1 所示，实现全双工通信，指令执行周期≤10 ms，内置多重安全校验与工艺曲线安全存储机制，容错率≥99.9%。自主研发上位机规划软件，如图 2 所示，集成曲线编辑器与工艺模板自动生成模块，实现厘米级路径编辑与动态更新；实时监控采煤机速度、位置、截割电流等

参数并进行异常预警，形成“规划—执行—反馈”闭环，响应延迟≤0.3 s；支持地面、顺槽及机载本安平板多终端协同操作。

三、应用情况

采煤机规划截割关键技术及系统在兖矿集团杨村煤矿4703薄煤层工作面、滨湖煤矿31606薄煤层工作面、鲍店煤矿7306综放工作面、万福煤矿1305工作面等完成工业性试验并应用。工业性试验期间采煤机规划截割率达95%以上，每刀人工干预率平均降至10%以下，显著提升采煤机自动截割精度与生产效率，降低工人劳动强度，实现采煤工艺全流程智能化精准控制，支撑全工作面智能化生产常态化应用。系统可推广至各类综采工作面，发展前景广阔。





1.4 采煤工作面囊袋充填封堵工艺

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

一、基本情况

抓住“防漏风、降氧气”这一根本问题，研发成套快速隔离封堵材料（发泡混凝土充填+充填无机封堵材料+囊袋隔离），形成成套快速隔离封堵工艺和技术，实现了对两端头漏风通道的高效阻断，为压缩氧化升温带、抑制自然发火提供了有力支撑。通过推广囊袋快速施工工艺，取代传统煤袋墙工艺，作业人员大大减少；选用大功率电动注浆泵等先进装备，提高工作效率、消除限员影响。

二、技术特点

在采煤工作面端头悬挂囊袋，并在采煤工作面外围巷道中布置一套注浆泵，通过前期敷设的注浆管路（注浆泵至囊袋处）将无机充填材料压注至囊袋内，形成成套快速隔离封堵工艺，有效地压缩氧化升温带的范围，大大降低了采煤工作面的自然发火风险。一是囊袋隔离+充填无机封堵材料：研究并使用囊袋+充填无机封堵材料的采煤工作面采空区两端头封堵隔离工艺，取代传统煤袋墙工艺，作业时间由传统的 4 人 8 h 减少至 2 人 4 h，效率提升 300%。二是选用大功率电动注浆泵等先进装备，实现远距离（≥1500 m）对囊袋隔离墙的充填，既消除了采煤工作面限员的影响，又将充填、注胶效率由 2 m^3/h 提高至 7～9 m^3/h。适用于为降低自然发火风险，在两端头进行封堵充填堵漏风的采煤工作面。

三、应用情况

已应用于兖矿能源集团下属14对矿井有自然发火风险的采煤工作面两端头，简化了端头封堵流程，大大降低了端头封堵的运料工作量和人工投入，减少了工作面限员影响，提高了防灭火工作的连续性、

稳定性，随时应对处置可能出现的异常情况，完全满足工作面全方位、全时空的防灭火需求，使防灭火措施真正落到实处。有效地压缩氧化升温带的范围，大大降低了采煤工作面的自然发火风险，可以为所有的有自然发火风险的采煤工作面提供可复制、可借鉴、可推广的理论支撑和工程示范。





1.5 地下采场自动化破碎锤

申报单位：中科深矿具身智能机器人（烟台）有限公司

合作单位：北京中科慧灵机器人技术有限公司

中矿金业股份有限公司

一、基本情况

地下采场自动化破碎锤是面向地下金属矿山的智能装备，用于溜井口、格筛及固定破碎点大块矿石的解堵与二次破碎。集成视频监控、远程操控、破碎臂自主控制、工况监测与多重安全联锁等先进功能，人员无需进入危险采场即可远程精准作业，远离落石、飞石、粉尘和设备回转风险区域。破碎臂控制精度高、响应快，可实现连续稳定破碎；安全联锁与视频识别协同联动，遇险即停。整机技术先进、安全可靠，显著提升作业安全性、连续性与规范化水平。

二、技术特点

自动化破碎锤采用“视频感知—自动识别—破碎执行—状态反馈”技术路线。破碎锤摄像头依据现场视频和工况信息判断矿石或堵塞位置，控制破碎臂、锤头动作和作业参数，实现定点破碎；可结合料位、块度信息辅助选择目标，并根据负载调整破碎压力和锤击频率。系统设置本地及远程急停、人员接近防护、通信异常保护、故障报警和人工接管功能，并可与铲运、放矿或运输设备建立作业互锁。装备适用于溜井口、格筛及固定破碎点，现场应具备相应安装空间、通信和安全隔离条件。

三、应用情况

该装备可用于地下金属矿山堵矿疏通、二次破碎和卸料后的块度控制。通过远程操控、安全联锁和工况监测，可减少人员进入狭窄、高粉尘及落石风险区域，促进破碎作业连续化、标准化。装备便于与现有铲运、放矿和运输系统衔接。目前该装备已在烟台招远夏甸金矿、姜家窑金矿得到应用，适合在同类地下金属矿山高危作业少人化改造中推广。





1.6 煤矿液压支架立柱长寿命耐腐蚀关键技术研究及应用

申报单位：山东能源装备集团液压科技有限公司

一、基本情况

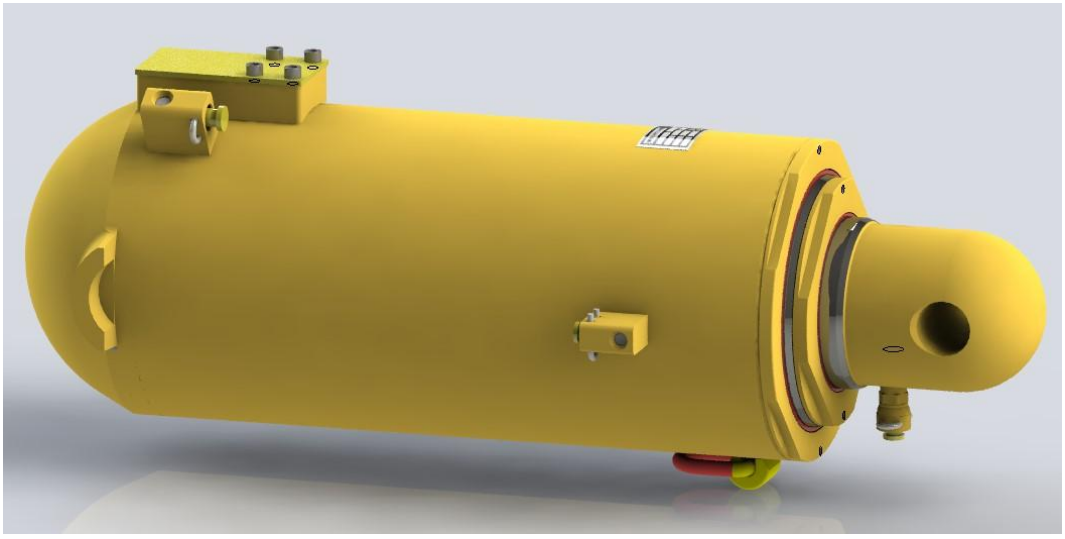
本项目针对液压支架油缸在高工作阻力、高腐蚀工况下易出现的密封失效、磨损加剧等难题，通过优化关键制造工艺，显著提升了立柱的综合性能。项目创新了缸体焊接变形控制、活柱深孔电镀前去氢处理、中缸体引向角加工等核心技术，并研发了一体式阀座，有效解决了焊缝漏液、氢脆、熔覆层塌边等行业痛点。成果大幅延长了油缸使用寿命，降低了维护成本，为煤矿安全高效开采提供了可靠保障。

二、技术特点

一是立柱中缸体引向角加工技术：为解决中缸引向角处加工难题——熔覆层塌边、倒角加工困难及密封失效等问题，采用先中缸体内孔电镀+端面电镀，再外圆激光熔覆并加工引向角工艺台，最后镀缸口端面工艺路线，通过优化引向角工艺台结构，实现中缸体引向角的精确加工，同时满足熔覆及缸口端面镀铜的技术要求。二是一体式阀座结构：薄煤层液压支架受限于空间狭小，立柱采用内进液方式，传统阀座为分体式焊接，由于焊接量大，存在焊接变形及漏液比例高的问题，通过创新设计一体式阀座结构，有效解决上述难题。三是不锈钢接头焊接工艺技术：不锈钢接头焊接时，起弧点避开尖角等易产生应力集中区域，优化焊接电流、电压、速度等热输入参数，采用多道焊接技术。焊后改进冷却工艺，通过分级冷却精确控制冷却速度。四是实心活柱深孔电镀前去氢处理技术：在电镀前对材料进行预处理，通过热处理手段，高效地去除材料中的氢元素，从而避免电镀过程中因氢脆导致的附着力下降问题，提升活柱的整体性能。五是缸体焊接变形控制技术：采用窄间隙坡口结构，减少焊接热量输出与焊丝用量，提升焊接强度。在缸筒缸底侧热影响区设长锥面，内部非配合面设过渡区域，解决缸底侧内孔收缩变形问题，保证导向环、密封与缸筒间隙。

三、应用情况

该技术已在滨湖煤矿、正通煤矿等多个矿井成功应用。经工业性试验及井下长期运行验证，该技术在高工作阻力、强腐蚀性的复杂工作面环境中表现稳定，对薄煤层内进液立柱形式具有良好的适配性，可有效降低漏液率。其结构设计合理可靠，能够充分保障液压支架整体性能，显著提升开采效率，大幅降低设备故障率与维护成本，为矿井安全高效生产提供了有力保障。







1.7 IMOSS惯导系统

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：北斗天地股份有限公司

一、基本情况

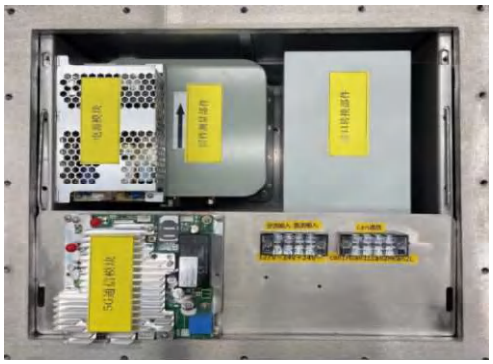
IMOSS惯导系统基于国产惯导技术，深度结合煤矿智能化建设应用需求，开展国产化矿用采煤机惯导系统和组合定位导航核心算法研发，提升煤矿智能开采领域关键核心技术装备国产化水平，避免国外技术方法侵权风险。北斗天地智能综采作业自导向系统（Intelligent mining operation self-steering system，IMOSS）常态化应用于煤矿综采工作面智能化生产，实现减员增效，提升煤矿生产现场的本质化人机安全保障。

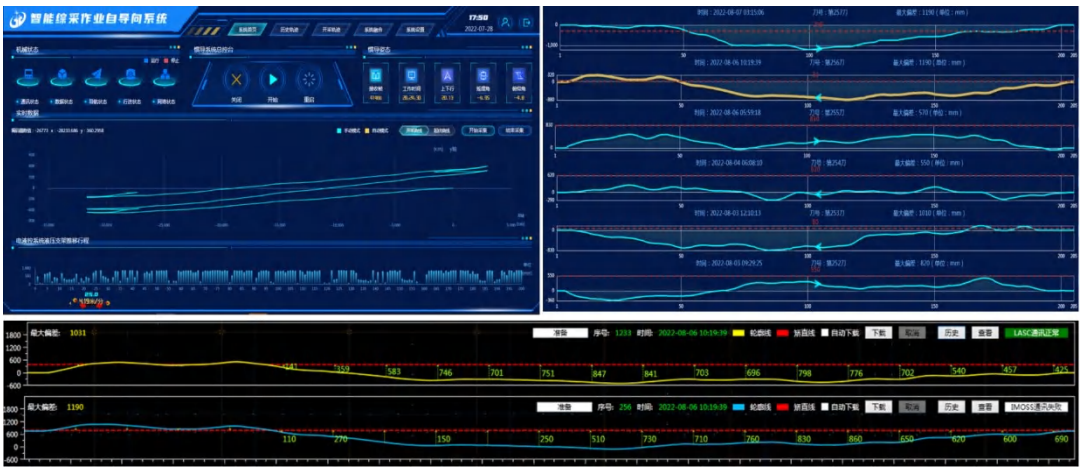
二、技术特点

结合煤矿综采工作面找直需求，自主研发综采工作面找直算法、开采轨迹曲线拟合算法、误差补偿算法，适配机载传感器和惯导系统，实时监测采集采煤机在生产过程中的位置坐标和姿态角度信息，通过神经网络算法，解算输出电液控制系统每个控制器对应的修正值、移架找直目标值及实际行程值，实时调整工作面整体直线度，达到工作面找直的目标。矿用高精度惯导系统具备在较短时间内完成快速智能初始对准的能力，提高煤矿开采工作效率，同时具备高动态条件多物理场作用下的高精度输出能力，具备在无外部信息源环境下的高精度纯惯性性能保持能力，以及高温、振动、冲击、磁场条件下的环境适应能力。通过综合锁区减小技术、高精度谐振腔光路控制技术、超精密谐振腔稳定化技术、高稳定性的抖动偏频技术、高气密性电极封接技术、磁屏蔽技术等多项关键技术的研发，使采煤机惯导装置具备抗冲击、抗电磁干扰、防尘防爆等性能，以及煤矿井下工作面特殊作业环境适应性，实现了惯导系统装置在综采工作面的常态化稳定应用。

三、应用情况

IMOSS系统通过在陕西未来能源化工有限公司金鸡滩煤矿超大采高综采工作面、兖煤菏泽能化有限公司赵楼煤矿千米深井综放工作面、兖矿能源集团股份有限公司东滩煤矿冲击地压风险较高的综放工作面等不同地质条件下的工作面试验应用，均实现采煤机定位精度≤10 cm，工作面整体直线度控制精度≤50 cm，采煤机定位和工作面找直功能实测应用正常。





1.8 采煤工作面数字孪生远控平台关键技术研究与应用

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：北斗天地股份有限公司

一、基本情况

针对井下粉尘、水雾导致视频监控失效、综采生产“黑盒”难题，运用数字孪生技术构建工作面全场景实时映射平台，突破多源数据传输、设备位姿解算、安全预警控制等关键技术，实现毫米级精度、百毫秒级时延的远程监控与联动干预。系统经中国安全生产协会鉴定达到国际先进水平，已在10余个采煤工作面规模化应用，推动采煤工作面少人化，安全与经济效益显著。

二、技术特点

构建协议无关的统一通信中间件，兼容HTTP/WebSocket、OPC UA、Modbus、MQTT等5类以上工业协议，通过心跳监测、断线重连与PTP时间同步保障井下弱信号环境的通信稳定性；配套可配置数据清洗逻辑，依托设备机械刚性约束完成异常数据过滤与线性误差校正，系统数据接收最快100 ms，端到端交互时延≤200 ms；采用D-H参数法与6DOF分层解耦模型，针对四连杆支架、刮板S型弯曲、采煤机多轴姿态耦合场景开发专用解算算法，通过航向、横滚、俯仰矩阵转换精确计算设备位姿，实现综采全设备1:1高保真数字映射；采煤机定位精度≤50 mm，滚筒高度表达精度≤30 mm，液压支架全机位姿每秒刷新、高度误差≤30 mm，刮板推移监测精度±3 cm、角度偏差≤1°；建立设备干涉三级预警机制，覆盖11类典型干涉点位，防碰撞计算误差控制在50 mm以内；首创双均方阈值耦合来压预警算法，可精准识别周期来压并联动优化开采策略；支持全工序历史回放，形成“传感采集→运动学正解→状态预判”闭环管控。配套标准化设备模型库与场景生成工具链，可参数化快速搭建工作面孪生场景。适用于薄、中厚、厚煤层及放顶煤等各类综采工作面，适配主流综采成套装备，支持井下工业以

太网、5G、TSN等网络环境，可在高粉尘、水雾及弱信号的井下复杂工况下稳定运行。

三、应用情况

已在杨村煤矿4703薄煤层、鲍店煤矿7306厚煤层等10余个工作面常态化应用，覆盖2省4市，运行稳定可靠。应用后可减少井下巡检人员1～2人，开采成本降低5%～10%，生产效率提升20%以上，单面年节约成本30万元～50万元，有效降低设备碰撞与顶板来压安全风险。依托参数化配置可快速适配各类矿井工况，具备广阔推广前景。





1.9　1.75米中心距超大阻力放顶煤液压支架研究与应用

申报单位：兖矿东华重工有限公司

一、基本情况

随着矿井开采深度增加，原岩应力与支承压力峰值大幅增长，常规液压支架工作阻力不足，易出现立柱安全阀频繁开启、顶板下沉、支架压死等问题，甚至引发冲击地压。

本项目聚焦深部开采围岩大变形、强冲击载荷控制难题，攻克高升阻比、高刚度、抗冲击的支架－围岩耦合动力学技术，研发高支撑力、强适应性、智能化大阻力支架，突破复杂地质安全高效开采瓶颈，提升我国综采技术水平与国际竞争力，实现减人提效，为安全高效矿井建设提供技术保障。

二、技术特点

研制出了1.75米中心距大工作阻力（工作阻力26 000 kN）液压支架，建立整架三维力学模型，进行受力分析及连杆受力优化；采用了大缸径立柱与抗冲击双伸缩立柱；实现了高可靠性轻量化结构，采用了支架四连杆铰接处抗冲击销轴，使支架具有高稳定性与适应性。满足强矿压开采环境下对高可靠液压支架的要求。解决了随着矿井开采深度增加，原岩应力与支承压力峰值大幅增长，常规液压支架工作阻力不足，易出现立柱安全阀频繁开启、顶板下沉、支架压死等问题。突破1.75米中心26 000 kN超大工作阻力及安全高效开采瓶颈，实现强矿压开采环境复杂地质条件下工作面安全高效开采的要求。同时实现千万吨级矿井“一井一面”生产模式，要求液压支架向重型化、高可靠性、电液自动化升级，减少搬家倒面频次，保障长周期连续作业。满足欧洲EN 1804标准和国标GB 25974.1《煤矿用液压支架通用技术条件》支架型式试验标准，采用电液控制、高压大流量供液及抗冲击液压系统，移架速度小于10秒，工作面年产量达到800～1000万吨。

三、应用情况

1.75米中心距超大阻力放顶煤液压支架，其中的ZF26000/27/47D架型液压支架，具有可靠性高和使用寿命长等特点，已经成功应用于国网能源哈密煤电有限公司大南湖一矿，符合大南湖一矿综放工作面地质条件开采要求，满足工作面年产1500万吨的产能要求。该套支架不仅可以在大南湖一矿使用，同时可以在内蒙古、宁夏、山西、新疆等地煤矿使用，具有较好的推广前景。





1.10 喷浆机器人

申报单位：山东天河科技股份有限公司

合作单位：山东能源集团

山东能源装备集团高端支架制造有限公司

一、基本情况

喷浆机器人是一套智能化煤矿巷道喷浆作业系统，可替代人工在工作面喷射混凝土，实现自动定位、扫描、识别与自主喷浆。装备深度融合成熟人工喷浆工艺，采用三维激光扫描、惯性导航+激光雷达SLAM、空间视觉融合等智能技术，自动识别超欠挖并计算喷浆量，利用串联多关节臂架控制与轨迹规划算法自主喷浆，无需人工干预并兼容手动。喷射精度高、回弹率低、作业均匀，显著降低劳动强度与粉尘。

二、技术特点

喷浆机器人以车载电脑与运动控制器为核心构建智能化喷浆系统。车载三维激光扫描仪对施工面扫描，精确获取轮廓尺寸，点云数据经处理后建立施工面三维模型；依据喷浆工艺，算法自动识别巷道超欠挖区域并计算喷浆量，生成路径规划文件，完成施工路径自主规划。运动控制器接收车载电脑指令，融合臂架姿态传感器数据，驱动串联多关节折叠臂架完成姿态调整与轨迹跟踪；采用速度—位置双闭环电液控制模型，响应快、控制精度高。适用于煤矿井下巷道、硐室等混凝土喷射支护作业。智能型设备适应巷道断面约30 ㎡，最大工作高度5 m、工作宽度6 m，最大爬坡角度10° ，行走速度16 m/min；采用全液压驱动、履带行走，遥控操作距离≤50 m。设备需配套远距离混凝土喷射机及上料搅拌系统协同作业，适宜风压≥0.5 MPa、骨料粒径≤18 ㎜的潮料喷浆工况，尤其适用于斜巷及辅助运输受限地点的高效清洁喷浆。

三、应用情况

该装备已在山西天地王坡煤业、沁新新源煤矿、潞安伊田煤业、晋煤寺河矿等大型矿井推广应用。王坡煤业2021年11月起连续应用5个月；伊田煤业2023年5月起应用8个月、最远输料350 m；新源煤矿喷距达700 m；寺河矿喷距500 m（普通机45 m），提升约11倍，移机每千米由21次降至2次，单班仅需3人。应用表明装备喷距远、回弹低、粉尘小，显著降低劳动强度与成本，质量效率明显提升。该装备技术成熟、应用可靠，契合国家煤矿智能化建设与井下减人提效、本质安全方向，市场需求大、推广前景广阔。





1.11 工作面两巷协同联动一体化控制系统

申报单位：北京天玛智控科技股份有限公司

一、基本情况

本系统面向综采工作面智能化、少人化开采需求，构建“视频感知 + 雷达监测 + 地面协同控制”的两巷协同监控与操控体系。系统以矿用摄像仪实现工作面全景视频感知，采用毫米波雷达、激光雷达对两巷超前支架姿态及工作面上窜下滑、推进度进行非接触高精度测量，依托地面一体化平台与井下操作岛形成“感知—分析—决策—执行”闭环控制，实现超前支架自动移架、自动纠偏及工作面—两巷设备协同推进，为矿井少人化建设提供关键技术支撑。

二、技术特点

系统采用统一数据接口与标准化通信协议，融合工作面视频、激光雷达/毫米波雷达测量与支架电液控制等多源数据，建立贯穿“地面—皮带机尾—转载自移—主运超前—工作面—辅运超前”的网络链路，实现全工作面设备控制“一网到底”，两巷设备既可联动执行，又可单独控制。一是工作面全景智能感知：基于矿用摄像仪与视频智能分析，实时感知液压支架姿态、采煤机位置、刮板输送机直线度及人员分布；二是两巷非接触高精度测量：采用毫米波雷达、激光雷达检测超前支架偏移量、错位距离、迈步姿态及工作面上窜下滑量、推进度，不受井下粉尘、水雾、低照度影响，检测精度达厘米级；三是双模协同操控：地面一体化平台与井下操作岛形成“地面远程操控 + 井下就近干预”的多级指令下发机制，保障异常工况下控制指令安全可靠执行；四是协同联动控制：实现超前支架自动移架、自动纠偏及工作面设备与两巷超前支护、转载机、皮带自移机尾的协同推进，工作面窜动量控制在300 mm以内，推进效率提高20%。适用于不同采高、不同顶板条件的综采/综放工作面，尤其适用于深井多元灾害、少人化开采矿井；井下设备均取得防爆合格证及矿用产品安全标志。

三、应用情况

该系统已在山东能源集团杨村煤矿4703工作面部署应用，依托两巷协同控制工艺，实现两巷超前支架姿态实时在线监测、自动移架纠偏，同时完成工作面推进度、设备上窜下滑量的高精度测量；可配合规划截割流程完成超前支架、转载机自动迈步自移，超前支护区域现场作业人员减至0人，支护成型质量稳定可控，工作面围岩安全管控水平显著提升。相关技术同步在枣矿滨湖、陕西小保当、中煤华晋集团、淮河能源控股集团色连二矿等矿区开展工程示范。系统可复制、可推广，适应不同采高与顶板条件，在全国综采工作面推广前景广阔。



上传下滑监测

两巷及工作面协同控制

1.12 EBZ260M-4型四臂掘锚机

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：上海创力集团股份有限公司

一、基本情况

EBZ260M-4四臂掘锚机集截割、装载、运输、机载临时支护、四臂锚护功能于一体。采用后置前伸式四臂钻臂结构，可实现四部锚杆钻机平行作业，掘进、锚护、临时支护电气液压三机闭锁；支持手柄、遥控双重操作，配备内外喷雾降尘、甲烷断电、过载保护等多重安全防护。钻臂模块化可实现两臂、四臂快速切换，能够缩短巷道空顶时间，降低作业人员劳动强度，提升半煤岩巷快速掘进智能化水平。

二、技术特点

EBZ260M-4四臂掘锚机主要由截割部、四臂锚护部、机载临时支护、铲板装运、行走、液压及电气控制系统组成。依靠液压系统驱动完成截割升降回转、装运、钻臂摆动；通过手动切换阀组、液控换向阀及压力变送器，实现掘进、锚护作业互锁，规避误操作风险；临时支护可对迎头顶板先期支撑，四台锚杆钻机独立动作，同步完成顶、帮锚杆锚索施工；液压采用负载敏感、恒功率控制，电控具备甲烷、过热、急停等保护，内喷雾具备漏水检测保护功能。该装备适用于煤岩硬度f≤9的半煤岩及软岩巷道，最大定位截割断面31 m^2，适应巷道高度3.5～4.0 m，适应±18°坡度作业，可在有瓦斯、煤尘爆炸危险的煤矿井下环境使用；模块化钻臂配置，可适配不同锚护工艺，兼顾新老掘进工作面应用。

三、应用情况

主要应用于煤矿井下半煤岩、软岩回采巷道、开拓大巷掘进工作面。 实现掘锚一体化并行作业，四臂同步打设锚杆锚索，大幅缩短空顶暴露时间，减少迎头作业人员，降低工人劳动强度；三机互锁与多重安全防护有效遏制冒顶、片帮风险，提升巷道支护质量和掘进循环效率。 契合煤矿“减人增安、快速掘进”智能化建设方向，钻臂可两

臂、四臂切换，适配多种巷道条件，新旧工作面均可改造应用，安全、经济效益显著，在大中型煤矿快速掘进工作面拥有广阔推广前景。





1.13 采煤工作面液压支架一体化高效回撤系统

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：天地科技股份有限公司

一、基本情况

针对回撤工作面巷道顶板破碎、空顶大以及待撤支架数量多、体积大、质量重等影响回撤效率的难题提出解决方案，从支护与移架系统、抽架系统、辅助支护系统、回撤工艺等方面展开全方位创新，研制了采煤工作面液压支架一体化高效回撤系统。该系统主要由三架大移架步距回撤支架、一架辅助撤除支架、抽架装置、推移横梁等组成，可实现支-抽护一体化快速回撤作业，解决了支架撤除空顶问题，提高了支架撤除速度。

二、技术特点

本撤除装备核心采用大移架步距回撤支架（如ZY6800/20.5/40型），其移架步距达1.35 m，通过一次快速移架到位，避免反复支撑对顶板的破坏。支架采用反四连杆支撑结构，尾梁可下摆90°，底座后端可拆卸，便于井下运输。系统集成支护与抽架一体化功能：一是辅助支撑装置与单体支柱配合，强化采空区侧顶板支护；二是抽架装置结构紧凑，通过选配不同规格千斤顶，适应多种工作面支架的快速、精准抽取；三是推移横梁与加长横梁分别实现支架前移及巷道宽度适应性调整；四是护顶钢钎输送机构可同步推送多根钢钎，及时护顶并便于后续加固。支架适用于中心距1.5 m、1.75 m、重量≤45 t的放顶煤支架，部件下井尺寸≤5 m，满足普通矿井罐笼或巷道运输限制；顶板适用于需避免顶板反复支撑破坏的撤除作业区，尤其适合顶板稳定性较差的工况；通过更换千斤顶，可覆盖多种工作面支架的抽架力与行程要求。

三、应用情况

该装备已陆续应用于鲍店煤矿、济二煤矿、济三煤矿、转龙湾煤矿等采煤工作面的液压支架撤除作业。应用后，回撤支架组每班可节

省人力2人，单次回撤节约时间4～5天，撤除工期明显缩短，工作面回撤速度提升20%以上。累计实现新增销售额3亿元、新增利润1.7亿元、新增税收0.4亿元，经济效益显著。同时，大幅降低了回撤作业的劳动强度，提高了作业安全性与效率，全面满足了高效、安全、及时的回撤作业要求。



1.14 前进式膏体充填开采液压支架

申报单位：兖矿东华重工有限公司

一、基本情况

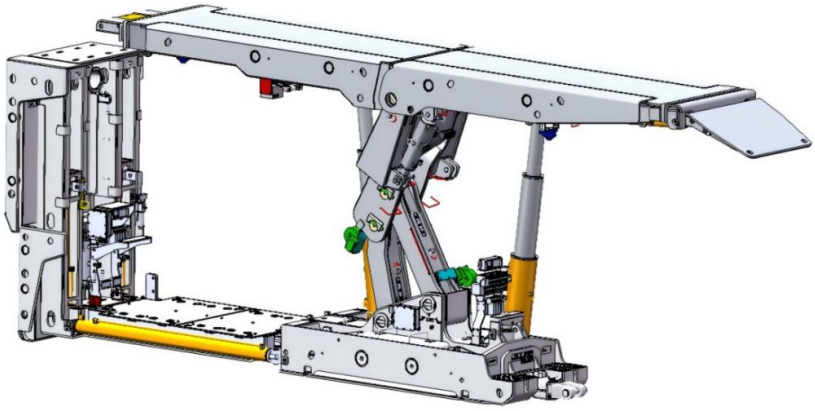
前进式充填开采液压支架适配充填采煤工艺，实现工作面向前推进同时完成采空区充填作业。支架具备支撑顶板、隔离采空区、配合充填物料输送的功能，可控制顶板下沉，减少地表变形。装备集成充填作业机构，与充填系统协同作业，能够实现采煤、充填同步进行。相比传统支架，可提高资源回采率，有效保护地表建筑物，适配“三下”压煤开采场景，实现绿色开采，具备安全高效、生态友好的技术先进性。

二、技术特点

前进式充填开采液压支架采用工作面超前推进、采空区同步充填工艺。支架在向前移架过程中，依靠掩护梁、充填挡板隔离采空区，配套充填输送机构，将充填物料送入采空区；通过支架支护顶板，控制围岩变形，待充填体固结后，实现采空区充填压实，采煤与充填工序协同完成，实现不后退式回采。适用于“三下”压煤（建筑物、铁路、水体下压煤）开采，煤层厚度中等，顶板稳定性一般，地表不允许出现较大沉陷的矿井；可用于膏体、矸石等充填材料作业，适合需要保护地表构筑物、提高煤炭资源回收率的矿井。集成充填作业机构，可实现采煤、充填同步作业，无需后退开采；具备强顶板支护、采空区隔离功能，有效控制顶板垮落，降低地表沉降；可适配多种充填物料，与充填系统联动，实现自动化协同作业；能够解放压覆煤炭资源，提高资源回采率，实现绿色环保开采。

三、应用情况

已在岱庄、新驿、翟镇、蒋庄等煤矿的工作面成功落地应用，实现了采充平行作业、架后无人充填，大幅减少巷道掘进量，有效控制地表沉降，可开采“三下”压煤并井下消纳煤矸固废，安全、环保效益显著，提升呆滞资源回收率。该装备解决了传统充填开采效率低的痛点，适配衰老矿井资源盘活需求。在绿色矿山政策支撑下，适合国内“三下”压煤矿井推广，具备成套装备与技术对外输出潜力。





1.15 智能化综采工作面分布式远程控制系统

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：北京天玛智控科技股份有限公司

一、基本情况

该系统为智能化综采工作面分布式远程控制系统，由网络型控制器、视频主机、工作面摄像仪及井下工业环网组成，融合分布式控制与视频联动技术，实现液压支架远程精准控制、视频画面自动跟随切换及设备协同闭锁。系统将控制能力下沉至作业现场，具备控看一体、安全可靠、低误操作率和“零”延迟优势，智能化与安全防控水平居行业前列。

二、技术特点

该系统基于井下工业环网传输技术，采用分布式节点控制原理，在轨顺巷道部署网络型控制器与视频主机作为核心控制单元，经由工业环网与工作面各类设备、摄像仪实现双向网络互联。系统以分散式控制架构替代传统集中控制模式，各网络控制器独立作为控制节点，完成液压支架远控动作指令执行及参数修改等操作。系统搭载可视化联动技术，依托预设的设备与摄像仪映射规则，操作人员通过遥控器连接远程支架控制器进行远程操控或参数调整时，视频主机自动切换对应支架监控画面，实现控制操作、参数修改与可视化同步联动。系统适用于各类井下智能化采煤工作面，适配常态化综采作业环境。同时具备故障容错机制，视频丢失、网络异常时自动闭锁远控、降级运行，杜绝盲控误操作。系统集成度高、协同性强，无需大量人工值守，设备运维便捷，有效解决传统综采控制集中化、可视化滞后、安全管控薄弱等痛点。

三、应用情况

该系统已应用于东滩43下01、63下03智能化综采工作面，运行稳定可靠，成功实现支架远程操控、视频自动联动及故障安全闭锁，有效减少工作面及监控中心值守人员，大幅降低误操作风险，提升综采

作业安全性与自动化水平。区别于常规操作台集中控制模式，本系统将控制节点下沉至作业现场，以分布式架构实现控看一体，就地操控，无需依赖集中操作台即可完成支架远控与参数调整。系统适配各类井下采煤工作面，兼容性强、改造成本低，可有效优化综采生产模式，契合煤矿智能化升级需求，通用性和实用性突出，具备极高的行业推广价值和广阔的应用前景。









1.16 深部大断面厚顶煤巷道桁架支护体系

申报单位：新汶矿业集团有限责任公司

合作单位：山东能源集团有限公司

山东焱鑫矿用材料加工有限公司

山东大学

一、基本情况

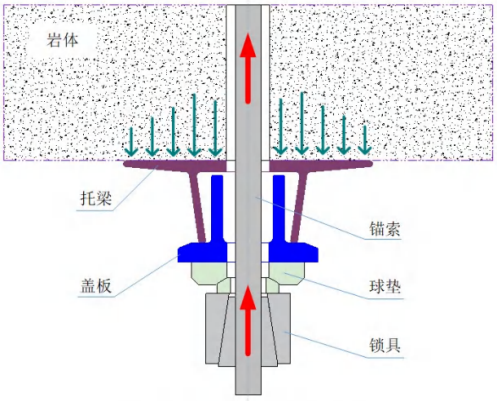
该技术装备针对深部大断面厚顶煤巷道围岩变形大、支护体系易失效、传统U型钢支护适应性差等难题，采用“材料－结构－体系－评价”一体化技术路线，研发了新型π型钢梁及π型锚索梁耦合支护体系。π型钢梁顶板接触面积增大300%，承载能力比传统U型钢高4.7%~12%，支护体系综合承载能力达1000 kN以上，巷道顶板下沉量与侧向变形控制效果优于传统U型钢支护20%以上，支护效率提高10%以上，为深部煤炭资源安全高效开采提供了系统技术支撑。

二、技术特点

基于材料力学与结构优化理论，通过参数化设计与Solid Works、ANSYS仿真，研制轻量化高惯性矩π型钢梁；将π型梁与高预紧力锚索结构性连接，形成高初始刚度、强抗偏载的空间主动支护网络；运用数值模拟优化可伸缩支架拓扑形态与卡缆连接机制；建立融合巷道表征变形量、围岩控制经济指标、护表面积参数及构件耦合效率的多指标层次分析评价模型，实现支护效果从经验判断到数据驱动的科学评估。适用条件：适用于深部高地应力、高采动扰动条件下的大断面厚顶煤回采巷道，尤其适用于传统U型钢支护适应性差、围岩变形控制困难的深部矿井。π型钢梁顶板接触面积增大300%以上，垂直荷载下承载能力比U型钢高4.7%、倾斜荷载下高12.0%；支护体系综合承载能力达1000 kN以上；对顶煤切割深度降低50%；巷道变形控制效果优于传统U型钢20%以上。

三、应用情况

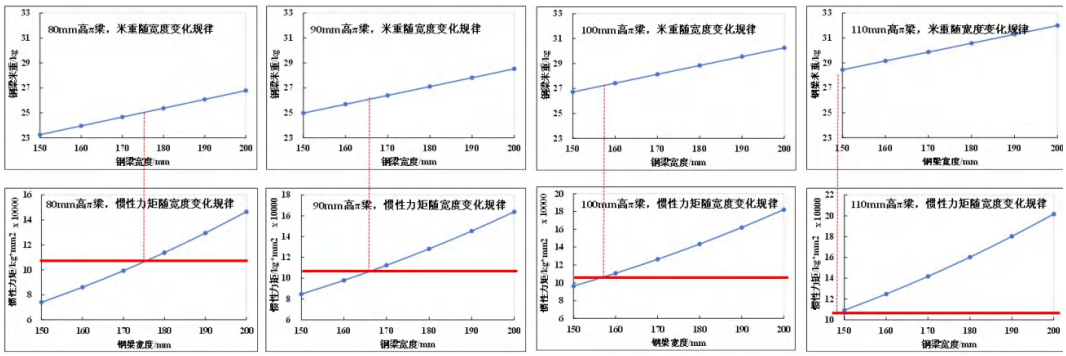
已在李楼煤矿、新巨龙煤矿、唐口煤矿、郭屯煤矿等多个矿井回采巷道成功应用。在李楼煤矿1306工作面运输巷工业性试验表明，巷道顶板最大下沉量94 mm，两帮最大移近量61 mm，顶板变形量减少约20%，有效控制了巷道变形与破坏，围岩结构完整，无切顶现象，验证了支护方案的合理性与有效性。随着我国煤矿全面进入深部开采阶段，大断面厚顶煤巷道支护需求日益增长，该技术装备可显著提升巷道稳定性与安全性，降低支护与维护成本，具有广阔的推广应用前景。



锚索梁支护结构剖视图



锚索梁支护结构三维布局



1.17 薄煤层型液压支架电液控制系统

申报单位：北京天玛智控科技股份有限公司

一、基本情况

本项目研发的薄煤层型液压支架电液控制系统，采用超薄尺寸设计理念和颠覆传统物理按键操作的模式，远程实现电控系统人机交互；采用确定性网络通信协议，提升通信链路可靠性与实时性。系统以简洁集成的配套、稳定可控的通信链路、灵敏易用的人机交互为技术特点，实现以远程控制、自动控制为主、人员干预为辅的常态化工作模式，重点解决当前综采工作面架间链路以太网非实时、不可控的技术难题，确保远控安全可靠。同时，极简配套、超薄轻量化设备助力薄煤层工作场景可靠性提升，大幅降低工人劳动强度。

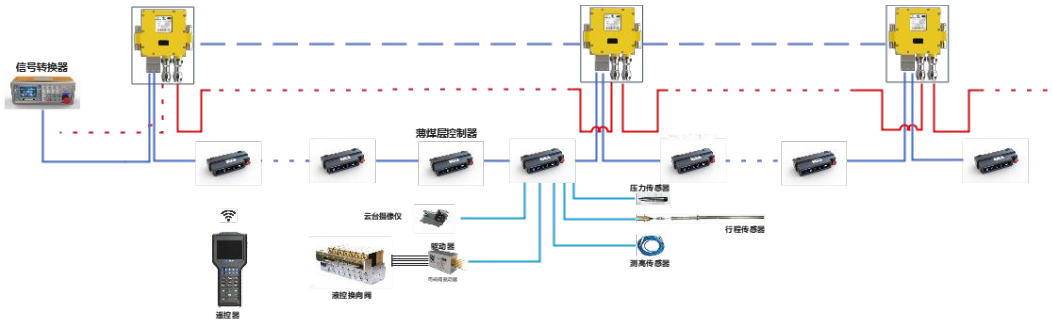
二、技术特点

针对薄煤层工作场景“设备难下井、工人难操作、常态难运维”三大难题，对传统网络型电液控制系统进行改进提升，重点攻关“确定性冗余通信链路”、本安高强度轻量化壳体材质、低时延、高带宽射频通信等技术，打造极简铺设、免运维、少操作的全新一代液压支架电液控制系统。一是确定性通信网络：依托“云-边-端”架构实现工作面“双缆冗余”，提供确定性、实时性、可靠性通信，实现综采工作面高可靠布线，故障网络切换时间小于50 ms。二是极薄尺寸单机设备：采用扁平化设计理念，将控制器高度减少20%，重量减少75%；电源箱与交换机集成，简化系统配套。三是人机交互方式变革：控制器颠覆传统物理按键模式，将交互信息完整映射到遥控终端，远程实现原有电控系统人机交互，降低工人在狭小空间的操作强度。适配不同煤层环境尤其薄煤层环境下的综采工作面智能化开采。

三、应用情况

已在山东能源兖矿能源集团东滩煤矿63下03工作面进行井下工业性试验，并在4301薄煤层工作面进行全工作面示范应用。运行期间，实现全工作面跟机自动化和三角煤工艺常态化开采；使用新型遥控器

可极大减少工人作业强度；工作面确定性网络提供环网冗余、时钟同步等功能，提高工作面通信稳定安全裕度和关键数据保护，满足矿方智能化常态化推进的要求。









1.18 EBH330M-2掘锚机

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司

合作单位：上海创力集团股份有限公司

一、基本情况

EBH330M-2掘锚机整机结构紧凑、机身矮、重心低、稳定性好，主要用于煤岩硬度f≤12的岩巷、半煤岩巷以及软岩巷道掘进，与转载机、皮带机、梭车配套可实现连续截割、装载、运输作业。最大定位截割断面36 m^2，纵向工作坡度≤±22°、最适宜截割高度3.8~4.8 m。液压系统具有恒功率、压力切断、负载敏感控制功能，油温、油位监测功能，高度集成阀组，操作方便，故障率低；掘锚机集掘进、锚杆、临时支护功能于一身，掘进效率高；掘进、锚杆、支护功能通过液压实现三机闭锁，同时与截割头电气闭锁，安全性高。

二、技术特点

EBH330M-2掘锚机主要由截割部、锚护部、临时支护、铲板部、本体部、行走部、中间运输机、后支承、液压系统、水系统、电气系统、润滑系统等部件组成。EBH330M-2掘锚机除截割头的旋转运动外，其余所有动作均通过液压系统实现。掘进作业和锚护作业共用一个泵站，并相互闭锁。在工作时，通过手动切换阀组和液控换向阀，分别切换掘进机六联多路阀和两个三联多路阀组油路至锚护部操作阀组，保证掘进机作业操作与锚护作业闭锁。通过压力传感器采集锚护回路压力，实现锚护作业与截割电机之间的闭锁，各回路都有平衡阀和液压锁锁死油缸各位置时的油路。截割部是掘进工作的核心机构，由截割头、截割减速器、截割电机、叉形架和盖板等附件组成，由截割电机输入动力，经截割减速器将动力传给截割头，从而实现破碎煤岩的目的。截割头为圆锥台形，左右对称的两个截割头，一个左旋，一个右旋，工作时将物料抛向两个截割头中间，改善受力和装料效果。锚护部安装在本体两侧、行走部上方的安装平台上，可以前后左右旋转，伸缩

主臂可前伸800 mm行程，再由锚杆钻机支撑架、马达升降、夹持器、马达旋转等动作，完成锚杆锚护工作。

三、应用情况

EBH330M-2掘锚机目前在十采区轨道下山应用，旨在解决巷道坡度大、岩性坚硬等难点。通过将硬岩截割、大坡度行走、一体化支护和智能控制等技术相结合，有效解决了传统硬岩巷道掘进效率低、安全风险高、智能化水平不足等痛点，适用于各类复杂巷道条件，应用前景广。





1.19 煤矿充填连采连充系统

申报单位：济宁矿业集团有限公司霄云煤矿

合作单位：海纳美腾智能制造（山东）有限公司

一、基本情况

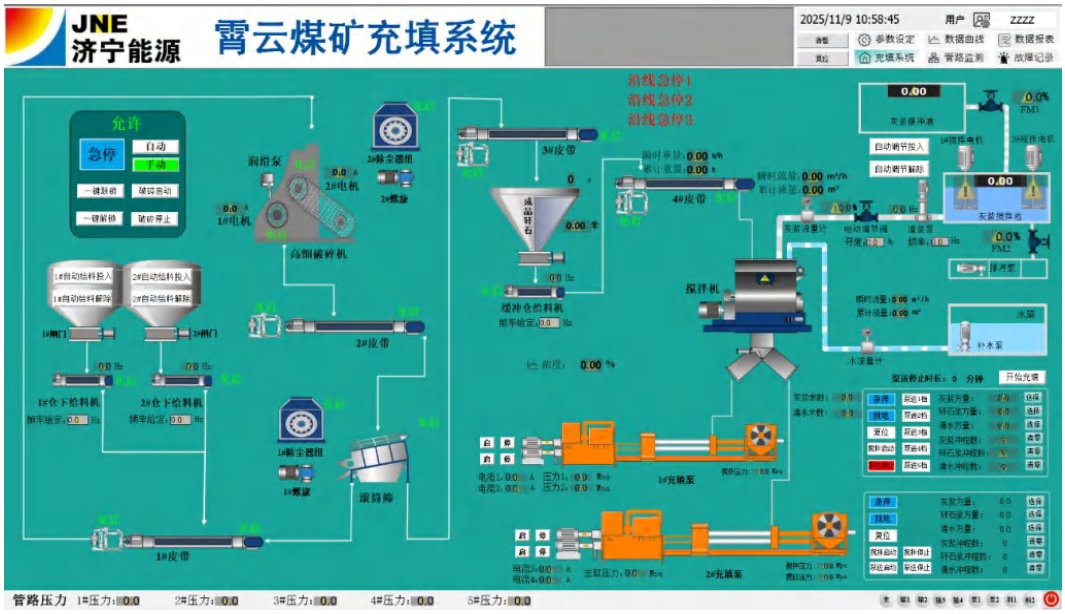
本系统集成井下TDS智能干选、矸石二级破碎加工、地面辅料制浆、井下配比搅拌、短壁膏体连采连充成套技术。针对霄云煤矿副井提升紧张、边角呆滞煤柱难以回收、井下矸石升井排放压力大等痛点，实现井下矸石就地分选处置，矸石不升井；充填充实率≥95%，工作面回采率95%，将地表沉陷控制在建筑物Ⅰ级损坏等级以内。兼顾呆滞煤炭资源开采、煤矸石固废消纳与矿井安全生产，已完成项目初步设计，技术方案成熟，具备落地实施条件，拥有配套专利、软件著作权支撑。

二、技术特点

技术原理：地面充填站制备水泥－粉煤灰辅料浆体，通过充填钻孔下送至井下硐室；井下TDS 智能干选机采用X射线+图像识别完成40～300 mm块煤煤矸数字化分选，分选矸石经一级粗破、二级精细筛分破碎加工至≤15 mm合格骨料；井下将矸石骨料与地面辅料浆体、添加剂按配比搅拌制成膏体，充填工业泵加压管路输送至采空区；采用短壁支巷交替连采连充工艺，采掘、充填平行作业，PLC井地两级集中智能管控。TDS排矸率≥90%，矸中带煤率≤3%；成品矸石骨料粒径≤15 mm；充填系统设计能力80 m³/h；充填体28 d单轴抗压强度≥3.5 MPa，充填接顶率≥95%；地表变形控制在砖混建筑物Ⅰ级损坏标准。系统同步实现围岩灾害防控、煤矸固废资源化双重目标。适用于存在边角呆滞煤柱、矸石产出量大、副井提升受限，需要处置井下固废、实施“三下”压煤开采的缓倾斜煤层矿井；煤层倾角10°～24°，煤层赋存稳定；可处理40～300 mm粒度原煤分选。大倾角、千米深部高地应力复杂地质条件需进一步适应性优化。

三、应用情况

已完成霄云煤矿煤矸石固废资源化充填利用项目投入使用（2025年12月），充填开采生产能力5.4万t/a，初期可回收一采区边角呆滞煤柱37.6万t，服务年限6.6 a；年消纳井下TDS分选矸石4.8万t，有效缓解副井提升压力，消除地面矸石山环保安全隐患。



1.20 “扩安一体”高效掘安创新工艺

申报单位：济宁市金桥煤矿

合作单位：山东能源集团

山东能源装备集团高端支架制造有限公司

一、基本情况

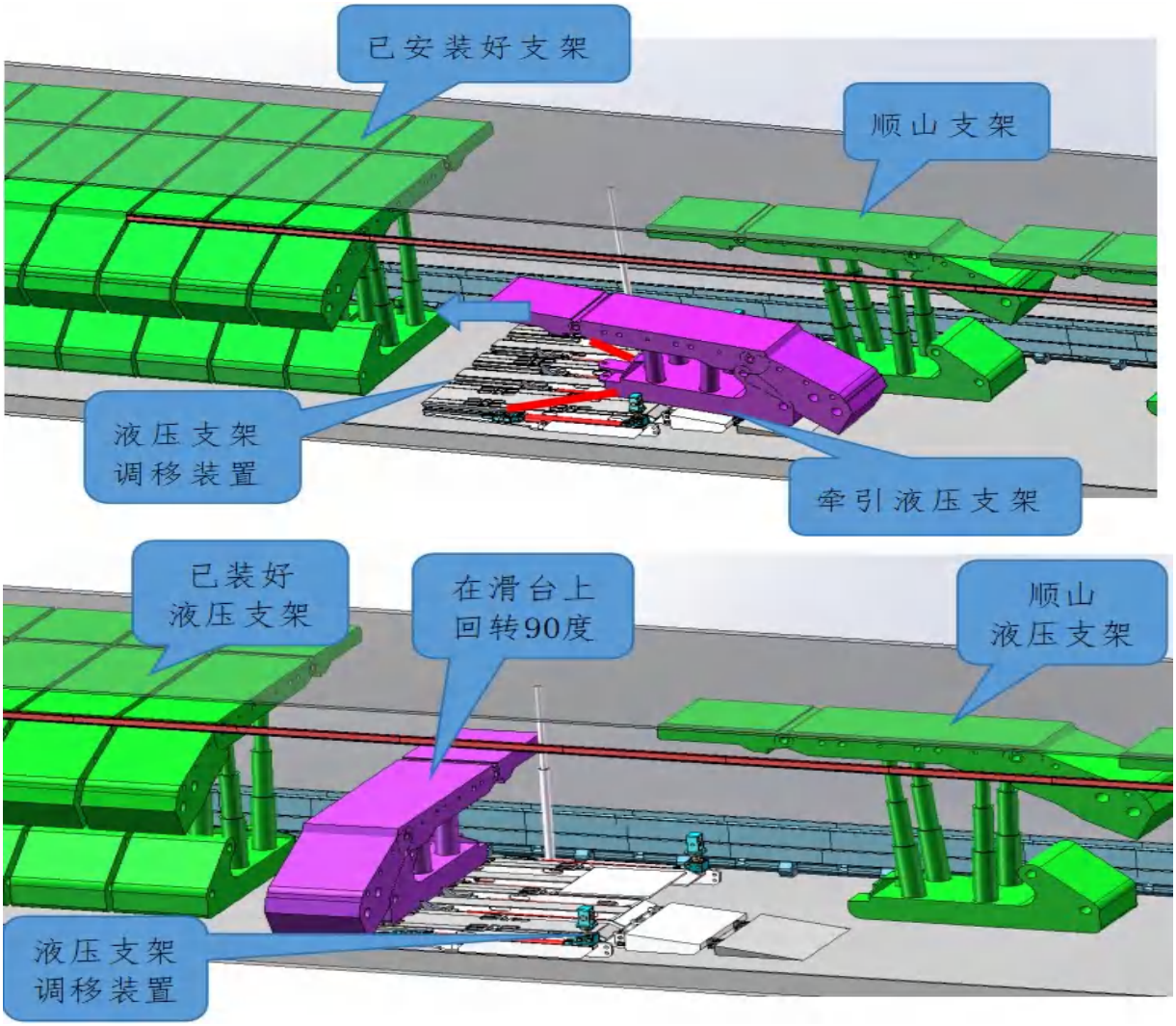
针对传统综采工作面安装领域普遍存在的工序衔接繁琐、作业效率低下、生产接续紧张等突出问题，该工艺创新性提出并构建“1+3”扩安一体化作业体系，彻底扭转以往切眼刷扩作业与液压支架安装前后串行接续的传统作业逻辑，将两道核心工序优化为平行同步协同作业模式，全面集成智能掘进装备、轻型单元支护设备、单轨吊无人驾驶系统、专用支架调架平台等一系列智能化专用装备，最终形成掘进、支护、运输、安装全过程无绳化操控、远距离遥控作业的全新生产模式，从根本上大幅压缩工作面安装全流程作业周期，切实提升矿井生产接续的稳定保障能力。

二、技术特点

技术原理：创新构建“1+3”扩安一体化作业工艺体系，以智能快速掘进技术为核心支撑，将传统切眼刷扩与支架安装的串行作业模式重构为平行同步作业模式，通过多系统协同控制机制，实现掘进、支护、运输、安装全流程各工序的同步有序推进。一是多循环连续智能掘进：融合自动铺网、一键钻进等成熟技术，实现截割、铺网、临时支护、锚护全环节的连续循环作业，突破国内单循环智能化掘进的应用局限；二是智能无尘化作业：采用“智能通风可视化+智能分风+长压短抽+干式除尘”协同系统，实现掘进迎头后方全区域无尘化作业；三是高效运输调度：依托智能运输调度系统实现单轨吊双向运输，运输效率提升40%；四是无绳遥控作业：全程采用远程遥控操作方式，最大限度减少人员进入高危作业区域。该工艺适用于井工煤矿综采工作面切眼刷扩与支架安装平行作业场景，尤其适用于生产接续紧张的矿井。

三、应用情况

已在金桥煤矿4312工作面完成落地应用并取得成功实践，经实际运行验证，各项生产指标均达到预期效果：生产周期较原计划提前20天，安装作业人员由9人减至5人，节省人工费18万元，掘进效率提升30%，运输效率提升40%，材料节约40万元，显著提升作业安全性。该工艺可有效缓解矿井生产接续紧张局面，可广泛推广应用于各类井工煤矿综采工作面安装工程，市场前景广阔。



1.21 EBZ260M-6T门架式掘锚机

申报单位：山东天河科技股份有限公司

一、基本情况

EBZ260M-6T门架式掘锚机是山东天河科技股份有限公司自主研发的掘锚一体化智能装备，适用于煤矿巷道掘进截割、支护及前探钻孔作业。整机采用可升降门架机构，配置六部锚杆钻机与一部前探钻机，实现掘锚并行作业；配备液压撑顶机构与扩展铲板，截割功率260kW，适应巷道断面约16～29 m^2。具备居中定位截割、全断面收料、远程遥控与自动截割功能，实现掘锚并行作业，整体效率较传统掘进机提升50%以上，属煤矿智能高效掘进先进适用装备。

二、技术特点

整机配置六部锚杆锚索钻机、一部前探钻机，满足迎头不同钻孔作业要求；机身配置液压撑顶机构，对掘进机压紧限位，有效降低机身振动、提高截割速度；特殊设计的大行程、高可靠截割伸缩装置满足定位截割时迎头顶板支护要求；可升降门架机构、扩展铲板及防横摆抓地式后支撑结构组合，实现上下左右整体限位，机身后部锚杆作业与前部截割同步进行，掘锚并行作业，整体效率提升50%以上。掘进施工环节实现远程一键控制、自动截割自动收料；大行程截割部与可扩展铲板为自动化掘进搭建机械结构基础；陀螺仪惯导与机器视觉实现精准位姿检测；AI智能化控制系统实现数字孪生与自适应截割；配备防尘高清摄像头，具备算法防抖、透尘功能。第一运输机采用双电机重型套筒滚子链驱动，每个高强刮板设有刨切刀头，可破碎大块煤矸，有效防止运输机别卡。门架顶梁两侧下方设置进风、抽风管道，保证风筒前端至迎头处于较短距离，保障送风与除尘效果。机载前探钻机满足“逢掘必探”并可施工两帮防冲卸压孔；临时支护面积4.6 m^2、支撑力300 kN。适用于截割硬度≤80 MPa、坡度±16°的巷道。

三、应用情况

已在国家能源集团、中煤集团、晋能控股集团、华能集团等大型煤炭企业推广应用，累计销售200余台，钻锚系统技术输出至中铁装备、三一重装等企业。同系列产品在中煤新集口孜东矿、晋能控股同忻煤矿等矿井应用，用于煤巷、半煤岩巷掘进作业，配套机载液压锚杆钻机与临时支护装置，实现掘锚护一体化施工，运行稳定、故障率低，显著提升掘进效率、降低劳动强度，在深部开采及复杂地质条件下推广前景广阔。





1.22 地下采场自动化凿岩台车

申报单位：中科深矿具身智能机器人（烟台）有限公司

合作单位：北京中科慧灵机器人技术有限公司

中矿金业股份有限公司

一、基本情况

地下采场自动化凿岩台车是面向金属矿山采场炮孔施工的智能化装备，集成设备定位、炮孔定位、钻臂自动对位、凿岩参数自动调节、工况实时监测与作业数据记录等功能。作业人员可在远离掌子面的安全位置远程监控作业全过程，显著减少粉尘、噪声及落石等风险暴露。设备自主规划钻孔路径并精准执行，成孔位置、角度与深度一致性好，作业可控性强；全过程数据自动留存，支持施工质量实时评估与事后追溯，为矿山少人化、无人化开采提供装备支撑，是金属矿山智能化建设的关键设备。

二、技术特点

装备以爆破设计和炮孔参数为依据，通过设备定位、车身调平、孔位识别和钻臂控制完成就位对孔；凿岩过程中根据孔深、推进压力和冲击压力等反馈调节作业状态，并记录孔位、孔深、作业时间及异常信息。系统配置防卡钎、卸压退钎、过载保护、故障报警、远程监控和人工接管；人员接近、通信异常或设备故障时，通过安全联锁减速或停机。装备适用于地下金属矿山采场凿岩，可根据岩性、孔径、孔深、作业断面、道路和通信条件配置，并与后续装药工序衔接。

三、应用情况

该装备可用于地下金属矿山采场炮孔施工和传统凿岩装备自动化改造。通过远程监控、自动对位、过程控制和安全联锁，可减少人员在掌子面附近的作业时间，提升成孔一致性和施工管理规范化水平，并为后续装药和爆破设计提供过程数据。目前该装备已在烟台招远夏甸金矿、姜家窑金矿得到应用，适合在同类矿山高危凿岩岗位少人化、智能化改造中推广。


Eastsun


无人掘岩+装药
测试区
Eastsun

1.23 复杂地质条件用小空顶距掘锚一体机

申报单位：山东创力邦迈智能科技有限公司

一、基本情况

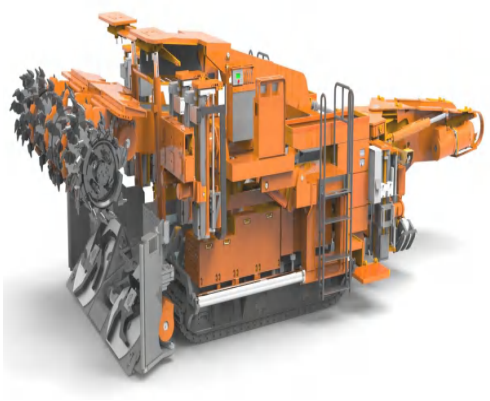
复杂地质条件用小空顶距掘锚一体机（以下简称小空顶掘锚一体机）用于矿区复杂环境和地质条件的巷道快速掘进，该装备集成截割、支护、钻锚、钻探、装载、转运和除尘等功能，采用全宽的截割滚筒，巷道断面一次切割成形；机载临时支护和锚杆钻机具有大范围前后移动功能，锚杆支护最小空顶距由常规机型的2.5 m降低至0.3 m；其履带接地比压小、爬坡能力强，采用模块式分体设计能够适应下井运输，对国内外复杂煤层地质条件适应性强，能大幅提高巷道掘进效率。

二、技术特点

横轴全宽可伸缩式截割头，油缸推进截割掏槽。截割功率为2×300 kW，滚筒直径小，单刀力大，截割破岩能力强。截割电机采用变频控制，自适应调速，大转矩割岩、高转速割煤，提高截割效率。采用宽履带、低比压、高地隙设计，接地比压由0.26 MPa降至0.18 MPa，提高整机软底板适应性。利用宽体履带底盘+辅助支撑，减少机身振动，保证截割时底盘稳定。顶锚和帮锚平台均采用大范围升降机构，适应锚护高度2.4～4.2 m，工作机构和人员活动范围大，钻机灵活，便于人员操作，提高作业安全性。机载锚杆钻机具有大范围位姿调整功能，满足顶、帮锚杆支护间距、角度设计要求。其中4部顶钻通过滑移平台向前大行程移动，缩短作业空顶距。针对巷道帮部支护问题，利用顶钻旋转改为支护角度，实现上帮支护。顶锚钻臂能左右大范围横移（1.0 m），能够满足中间2根顶锚＜1 m的间距要求，实现顶锚全覆盖。锚杆钻臂采用电液控制和智能永磁钻箱，可一键钻孔、一键锚固。多种钻孔模式，一键式电液控操作。钻臂采用圆柱导向结构，稳定性好，可靠性高；钻臂阀组一体化+液压管道内置，维护简单。机载紧凑型负压除尘装置，提高除尘效率。机载超前钻探钻机，满足水、瓦斯、断层、陷落柱的物探需要，实现有掘必探。

三、应用情况

已用于安徽淮北、内蒙东胜等矿区煤层倾角大、地质构造复杂、局部高地应力煤巷或半煤岩巷掘进工况，围岩稳定性差，煤层坡度起伏大，采用常规的掘锚一体机支护难度大。使用该设备以后，安全方面，该掘锚一体机具有顶锚前移和帮部及时支护功能，“零空顶距”支护可大幅降低顶板事故风险，保证掘进安全作业。提效方面，全面简化作业工艺，采用全断面截割效率提升2倍以上；实现顶、帮全断面支护，提高锚杆支护效率2倍以上，可将循环时间压缩至40~60 min。大功率截割系统，攻克半煤岩工况全宽快速切割推进难题，适应煤岩硬度f7以上。月进尺可达300~600 m，提效2倍以上。





1.24 矿用履带式物料推进车

申报单位：山东天河科技股份有限公司

一、基本情况

本设备主要用于煤矿井下坚硬顶板爆破的炸药推送施工作业，可实现炸药连续推送。整机以压风为动力、无电气驱动，本质安全；推送机构具备纵移、水平回转、垂直回转、横移、升降五个自由度，履带静止即可快速精确对孔；连续循环式链条输送，效率高；推送力三档可调，可适应不同深度；配备站人平台，1～2人即可作业。

二、技术特点

本设备采用气液结合驱动方式，以井下压缩空气为动力源，气动马达驱动液压泵实现空气动能向液压能转换，经阀组集中控制履带行走、上顶紧、推送、夹持、升降、纵移、横移、回转等执行动作。底盘行走单元采用组合式密封履带链，液压马达经减速机构驱动，内置摩擦片失效安全型制动。推送执行单元采用链条连续输送结构，V型橡胶夹紧块与输送管有效接触长度450 mm，增大摩擦力、防止打滑；夹持器采用开口式结构、弹簧常闭夹持（内覆抗静电橡胶）、液压松开，便于倒刺通过、防夹坏药筒。推送梁具备前后纵移300 mm、水平回转±90°、垂直回转0～90°、左右横移150 mm、升降约900 mm五个自由度，配合伸缩导向单元1000 mm，实现快速精确对孔。推送力设三档调节（一档≥3kN、二档≥6 kN、三档≥7 kN），根据炮孔深度与装药量适时切换；配有可视化受力标尺及弹簧超限预警、缓冲功能，可及时感知推进阻力变化，保证装药安全；上顶紧支撑力≥80 kN，作业前顶紧巷道上顶板，保证施工稳定。适用于煤矿井下坚硬顶板深孔、超深孔爆破的炸药推送施工作业，巷道高度3.5～4.5 m；需具备井下压风条件（工作气压0.5 MPa，耗气量约6 m³/min）；整机宽800 mm、最小转弯半径1470 mm，适应井下狭窄巷道。

三、应用情况

已在枣矿集团高庄矿、鲁西矿业梁宝寺矿及兖矿能源东滩矿等省内煤矿应用。30米装药推送时间由3小时缩至1.5小时，效率提升一倍，单班作业人员减少2～3人；整机压风驱动、本质安全，配有力矩标尺与弹簧超限预警，确保装药安全。《煤矿安全规程》（2025年版）将深孔预裂爆破列为强冲击地压主动卸压手段，全国现有冲击地压矿井140余处，其中山东约40处，本装备技术成熟、成效验证充分，具有广阔的推广前景。





1.25 高工作阻力立柱安全保障产品系统

申报单位：北京天玛智控科技股份有限公司

合作单位：山东能源新矿集团鲁新煤矿

一、基本情况

针对大采高、超大采高以及冲击地压频发、地质条件恶劣矿井，大缸径立柱动作过程中阀口气蚀破坏、液压冲击大、安全阀频繁开启密封失效等行业痛点，研发高工作阻力立柱安全保障产品系统，系统集成业内流量等级最大的1000 L/min电液控换向阀、1600 L/min超大流量立柱液控单向阀、3150 L/min超大流量立柱安全阀。阀件耐久指标远超国标A类阀要求，有效抑制液压冲击、阀口气蚀，保障立柱及配套液压元件安全，已在多个煤矿批量应用，安全效益显著，推广前景广阔。

二、技术特点

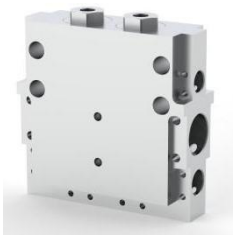
针对大缸径、大容积立柱承压后储存巨大弹性势能，阀口开启瞬间高速乳化液流易引发阀口气蚀损伤、剧烈水锤冲击的技术难题，通过优化阀口结构、改良阀口材料，实现对阀口气蚀的有效抑制；创新采用“分级卸载 + 容腔隔离 + 节流缓冲”复合结构，显著削弱换向过程产生的水锤效应，完成1000 L/min电液控换向阀、1600 L/min超大流量立柱液控单向阀研制。针对冲击地压工况安全阀频繁启闭失效问题，摒弃软性密封件，采用硬密封阀口搭配高耐磨复合结构阀芯，开发出3150 L/min超大流量立柱安全阀，可耐受冲击地压条件下频繁小流量、反复大流量开启工况，从根源上规避密封件冲蚀失效风险。1600 L/min液控单向阀最大液压冲击不超过公称压力102%，优于国标≤115%的要求；液控单向阀、电液控换向阀耐久可达6万次（国标A类阀3万次），无阀口气蚀，密封可靠；安全阀耐久21 000次（国标A类阀10 500次），密封性能完好。适用于大采高、超大采高综采工作面，冲击地压频繁、矿压来压快、地质条件恶劣矿井高工作阻力液压支架立柱配套，满足煤矿井下防爆安全使用条件。整套系统协同工作，大

幅降低立柱卸载冲击，杜绝阀口气蚀、安全阀冲蚀泄漏失效，保护立柱及全套液压元件，降低设备故障停机率，保障工作面支护安全。

三、应用情况

已在山东能源集团下属多座矿井落地应用：3150 L/min超大流量立柱安全阀在鲁新煤矿实现批量应用，有效解决冲击地压工况下安全阀频繁损坏难题；1600 L/min超大流量立柱液控单向阀在巴彦高勒开展井下试验；1000 L/min电液控换向阀配套应用于巴彦高勒、黄陵、金鸡滩、营盘壕等大采高工作面，整套系统运行稳定，显著降低支护液压元件故障风险。山东省鲁西矿区深部矿井冲击地压灾害突出，支护装备升级改造需求迫切，推广潜力突出。











1.26 小变形恒阻吸能锚杆索

申报单位：泰安泰烁岩层控制科技有限公司

一、基本情况

小变形恒阻吸能锚杆索是专为深部高应力、软岩等复杂地下工程研发的新型支护材料，核心特点为高恒阻、强吸能，围岩变形时通过内缩式变形结构可控变形吸收能量。动载冲击时快速吸收能量，减少锚杆失效；让压过程受力稳定，不降低支护效率；参数可定制，按冲击能量等级设置变形行程，调节范围20~100 mm。经恒阻环压缩试验验证，力－变形曲线稳定。

二、技术特点

小变形恒阻吸能锚杆索的核心在于，在高强锚杆/锚索基础上增设恒阻吸能装置，依靠构件自身结构内缩式变形，吸收围岩冲击能量。以恒阻吸能锚杆为例，其主要由高强预应力锚杆、圆环、导向管、扩口球垫、锚杆托盘及紧固螺母等组成。工作机理可分为两个阶段：一是恒阻让压阶段，当围岩发生变形时，圆环在扩口球垫内发生内缩摩擦滑移。在此过程中，圆环通过发生径向收缩变形来吸收能量，使锚杆能够在保持恒阻的同时，适应围岩的变形。该阶段是锚杆吸能的主要过程，其受力－变形曲线呈现恒阻平台段。二是刚性支护阶段，当围岩变形量达到容许值时，锚杆转化为传统锚杆的刚性支护模式，依靠杆体材料本身提供承载力。主要适用于以下复杂地下工程场景，如深部高应力矿井围岩大变形控制、高地应力软岩巷道，利用其高吸能特性吸收冲击地压动力冲击能量。

三、应用情况

已在内蒙古地区的多家煤矿开展现场应用，目前已实现销售额100余万元，累计向数十家煤矿完成供货交付。该技术已获得国家发明专利与实用新型专利授权4项，同时经专业第三方检测机构检测确认各项指标优于国标及行标，并且取得了国家矿用产品安全标志认证。在煤矿现场实际应用过程中收获了矿方的一致好评，技术成熟度较高。在

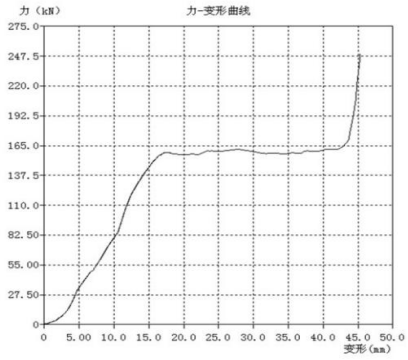
深部矿山开采、高地应力软岩巷道支护等多个领域都具备广阔推广应用前景。



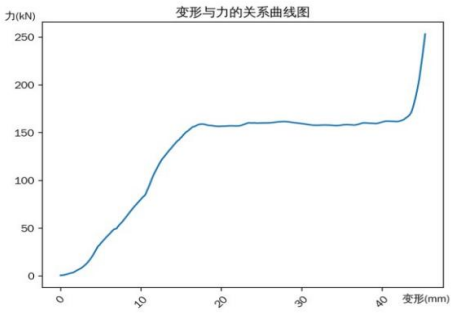


恒阻吸能装置





锚杆MG500-22恒阻环试验曲线



恒阻环压缩试验数据

1.27 冲击地压矿井底煤卸压用链臂锯切机

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：上海创力集团股份有限公司

一、基本情况

底煤卸压用链臂锯切机为国内面向综掘迎头底板冲击地压卸压的履带式链臂锯切新装备，可实现井下底板连续机械切槽，替代传统钻孔、爆破卸压工艺。整机具备切割、行走、喷雾除尘、多重安全保护功能。基于机型KQL2.5-110Y的迭代产品，并有KQL2-75Y同系列产品，KQL2.5-110Y已经取得安标证。装备在万福煤矿完成井下工业试验，有效释放底板集中应力，提升冲击地压防控本质安全水平和施工效率，减人增效效果显著，填补国内留底煤巷道连续切底专用装备空白。

二、技术特点

采用链臂链式截割原理，在巷道底板形成连续卸压切缝，切断应力传递通道，释放底板积聚弹性能，实现冲击地压防控。装备集成切割部、履带行走底盘、负载敏感液压系统、隔爆本安电控系统，具备过载保护、声光预警、喷雾抑尘等功能。相较炮掘、风镐等传统卸压方式，具有切割连续、效率高、振动小、粉尘少、成形规整等优势；通过一键切割算法实现参数自动匹配、连续作业无人干预，平均切割速度22～25 m/h，为千米深井巷道卸压提供有力技术支撑。适用于高瓦斯冲击地压矿井综掘迎头，可在±12° 坡度巷道作业，用于煤及软岩底板卸压治理。本机型已取得MA安全标志；迭代机型KQL2- 55Y、升级机型KQL2- 75Y优化功率与刀具结构，减小机身宽度，提高窄巷道适应性，上述两款正在开展安标取证。装备可跟随掘进工作面同步/交替作业，实现掘- 卸压平行/交替施工。

三、应用情况

已应用于兖煤万福能源有限公司万福煤矿。6月28日工厂验收，7月3日下井调试至7月26日完成阶段性试验，累计切底近100 m，最大切割深度1.9 m，平均速度22～25 m/h，电机温度≤50 ℃、油温≤55 ℃、

功率≤45 kW，切割齿无明显磨损，链条及驱动轮可靠性达标，验证了冲击地压矿井底板卸压工艺可行性。国内深部冲击地压矿井数量多，底板卸压治理需求旺盛，该系列装备可为冲击地压治理提供新装备手段，在同类留底煤巷道具备广阔推广应用价值。以切代爆、连续作业，大幅提高底板卸压效率，降低卸压成本与人工投入，减少巷道卸压成本和后续返修费用；减轻工人劳动强度、使其远离危险作业区，提升矿井本质安全水平，保障矿工生命安全。





1.28 基于粒度在线感知与智能调控的大高径比无耙柱式膏体浓密装备

申报单位：威海晶合数字矿山技术有限公司

合作单位：山东科技大学

一、基本情况

主要功能特点：针对低品位铁矿微细粒尾矿难处置痛点，采用大高径比无耙柱式膏体浓密结构，结合絮凝剂多点多水平添加、底流剪切增浓技术，实现微细粒尾矿高效浓缩、膏体制备与溢流水回用；集成粒度在线感知与多参数智能调控，联动优化絮凝投加、给料、底流排放参数，稳定产出充填用膏体尾矿，支撑“粗粒利用-细粒充填”的矿山无尾排放模式。

二、技术特点

装备主体采用大高径比无耙柱式膏体浓密结构，通过构建高压缩层，强化微细粒尾矿絮凝沉降与压密过程；结合絮凝剂多点、多水平添加技术和底流剪切增浓技术，提高微细粒尾矿浓缩效率和膏体稳定性。装备直径 12 m、容积 3300 m³，单台年处理能力达到 40 万吨以上，可实现 D95＜40 μm、D50＜10 μm 微细粒尾矿膏体浓缩，并保证溢流水澄清回用。在此基础上，利用图谱图像算法对进入浓密系统的物料粒度进行在线识别与分析，实时获取粒度组成及变化趋势数据。通过将粒度信息与给料量、料位、浓度等运行参数进行协同分析，为絮凝剂投加、给料负荷、底流排放及剪切增浓参数优化提供数据支撑；当物料粒度或运行工况发生异常变化时，及时输出提示信息，提升浓密系统智能感知和稳定运行能力。该装备适用于含微细粒尾矿矿山的尾矿浓缩、膏体制备及充填工程，适用对象包括铁矿、金矿、钼矿等矿山企业。针对微细粒尾矿含量高、沉降性能差、传统浓密设备运行波动大的工况条件，可用于尾矿综合利用、采空区胶结充填及无尾排放工程。装备可根据不同矿山处理规模、尾矿粒度组成及充填需求进行参

数调整，适用于新建矿山绿色低碳项目，也适用于现有尾矿处理系统智能化升级改造。

三、应用情况

主体膏体浓密技术在中钢集团山东富全矿业有限公司实施，年处理微细粒尾矿 40 万吨以上，年增经济效益 2000 万元以上；在中钢集团山东矿业有限公司推广，细粒浓缩后用于地下采空区充填，实现矿山无尾排放，年产粗粒尾矿砂 60 万吨以上，年增收节支 3000 万元以上。装备适用于铁矿、金矿、钼矿等微细粒尾矿浓缩与充填，具有良好复制推广基础。



1.29 模块化充填站

申报单位：山东康格能源科技有限公司

合作单位：中国矿业大学

一、基本情况

模块化充填站是面向矿山充填开采的新型智能化技术装备。依托BIM智能设计与算量一体化技术，对充填车间、矸石仓、粉料仓等核心设施进行模块化拆分与标准化设计，制定统一接口标准，实现模块自由组合、快速拼装与循环复用；融合参数化设计，调整关键参数即可全模型联动更新，实现设计算量一体化、工程量自动核算。成果模块复用率不低于60%，设计周期缩短约40%，现场专业碰撞减少70%以上。

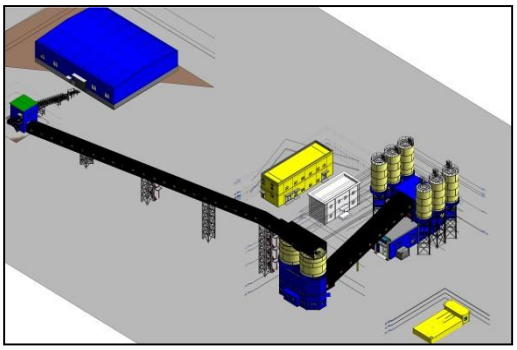
二、技术特点

依据充填系统工艺逻辑与结构特征，对充填车间、矸石仓、粉料仓等核心设施进行层级化拆解，形成可独立复用的标准模块单元，并制定结构连接节点等统一接口标准，实现模块通用互换与无缝对接；建立各模块参数化三维模型及参数关联约束规则，开发参数联动驱动工具，调整关键参数即可驱动全局模型自动联动更新；对单模块及不同组合模式的整体系统开展结构力学仿真分析与验证，确保结构安全可靠；建立BIM模型构件属性与工程量计算规则的映射关系，开发工程量自动核算功能，实现设计算量与成本数据贯通，形成智能化设计、算量一体化技术体系。适用于不同规模、不同地质条件和物料特性的矿山充填站新建及改造工程，满足矿山快速建设、标准化建设、低成本建设和灵活扩能改造需求。

三、应用情况

已在山东能源集团望田煤业、翟镇煤矿等充填站工程开展试点应用。其中翟镇煤矿模块化充填车间采用工厂预制、现场组装的方式，大幅压缩现场土建及安装工期、碰撞与现场返工大幅减少。系统投运以来，各功能模块对接可靠，设备运行稳定。模块化充填站即将在山西泽州天泰锦辰煤业有限公司充填站进行应用，该成果标准化、可复

制，将在集团内外新建及改造充填系统项目中全面推广复用，引领行业充填站设计数字化转型，助力绿色矿山与智能矿山建设。



1.30 MJZ–350/580X前进式充填工作面机头专用机载钻机

申报单位：枣庄矿业（集团）有限责任公司

合作单位：江苏中贵重工有限公司

一、基本情况

本装备为新型锚杆支护专用设备，主要应用于前进式充填开采工作面机头巷道。设备将钻臂、支护装置、铣挖装置等执行机构集成于同一滑动平台，平台可实现1.1 m前后滑动。采煤机割煤作业时，整套执行机构回缩，避让出采煤作业所需空间；采煤工序完成后，滑动平台向前伸出，依次完成顶板临时支护、锚杆锚索支护、巷道顶底板圆角铣挖修复等多道工序，一机集成多项作业功能。

二、技术特点

设备布置于充填工作面刮板输送机机头顺槽转载机组上部，整机由机载钻机模块、临时支护模块、铣挖臂模块以及动力供给单元组成。机载钻机模块：完成巷道锚杆、锚索钻孔与安装施工；临时支护模块：对作业区域顶板实施主动临时防护，为现场作业人员提供安全作业空间；铣挖装置模块：对采煤机割煤形成的巷道两帮顶角圆弧角进行铣削修整，既完成巷道断面整形，又可回收圆弧角部位遗留煤炭，减少煤炭资源浪费。主要技术特点：一是施工效率高，集成化作业机构，支护、铣挖工序连续作业，减少设备拆装、挪移辅助工时。二是人员配置少，整机采用集中操控模式，单台设备仅需1名操作人员即可完成全部作业工序；三是作业安全性高、劳动强度低，实现全机械化作业，配套顶板临时支护，规避空顶作业风险；设置专用作业平台，大幅降低工人劳动强度；四是运行工况优良，整机运行噪音低，液压驱动系统可靠性高，井下工况适应性强。

三、应用情况

经现场工业性对比试验，前进式充填工作面机头专用机载钻机对比传统气动锚杆钻机，支护效率提升50%以上，锚杆支护人员由3人减至1人，显著降低作业劳动强度。该装备集巷道支护、断面整形、边角

煤回收功能于一体，有效解决充填工作面机头空间受限、工序繁杂、人员投入大、边角煤资源损失等难题。设备配备护顶护帮防护结构与专用操作平台，提升井下作业安全系数，适配前进式充填开采工况，可在同类工作面复制推广，具备良好应用前景。



1.31 3D打印整铸中部槽

申报单位：山东冀凯装备制造有限公司

合作单位：冀凯河北机电科技有限公司

一、基本情况

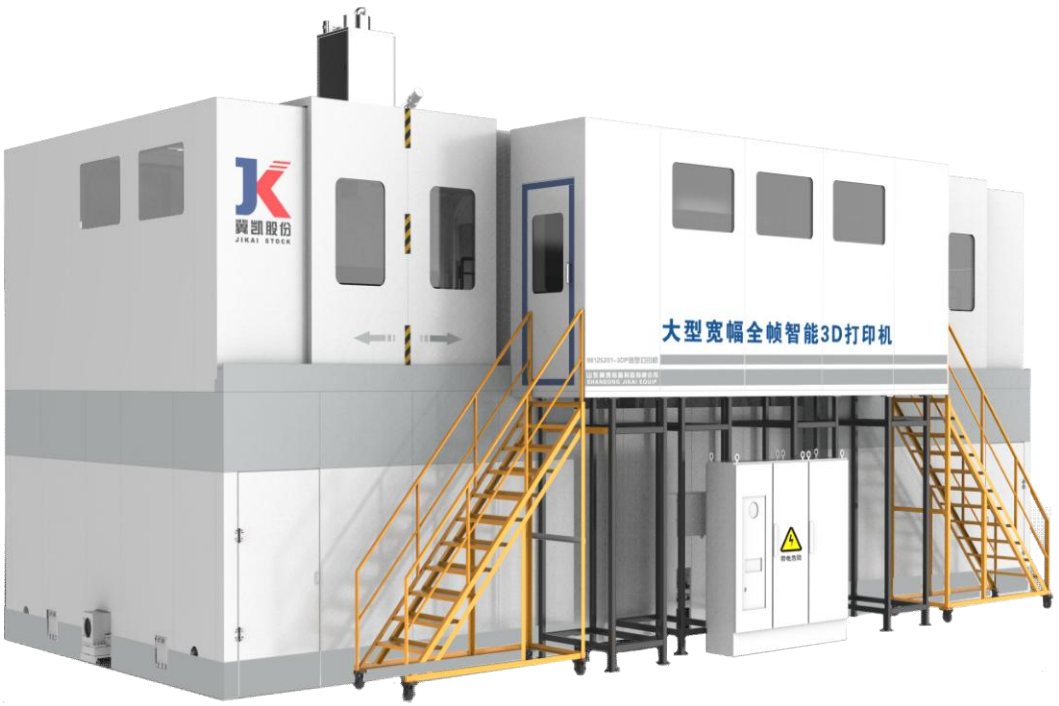
公司自主研发的3D砂型打印设备拥有20余项相关发明专利，是目前全国乃至全世界唯一应用于智能装备制造且实现量产的设备，采用国际领先的一次净成型技术，研发了整铸刮板输送机，复杂结构件一次整体打印，完全程序控制，消除人为干预，解决所有铸造难题，大幅降低了现有铸造技术对环境的危害和污染。同时，产品失效后可回收利用，环保高效节能，符合国家提倡的循环经济模式，真正实现绿色制造。

二、技术特点

大型宽幅全帧智能3D砂型打印机：技术特点：打印精度±0.2 mm；打印三维尺寸：3000×2500×1000 mm；模型强度5 MPa；One-Pass打印方式，16组400DPI高精喷头；打印速度25 s/层。公司建成了大型宽幅全帧智能3D砂型打印机产业化技术体系，将铸件生产周期由44天缩短至22天，将大型复杂铸件精度由5 mm提高至2 mm，3D打印技术实现工业化应用。3D打印整铸刮板输送机技术特点：长寿命，传统铸焊刮板输送机的两倍；高可靠性，采用TNZ贝氏体钢，3D打印型腔，抗拉强度≥1200 MPa，硬度≥40 HRC；免维护，无需升井维修，直接转面，减少维修费50%；节能降耗，中板波形纹设计，减小摩擦，节能降耗30%；绿色循环，废旧中部槽循环回收利用，实现升值15%。

三、应用情况

整铸中部槽在同煤集团、华电集团、伊泰煤业等各大集团下属的多个千万吨级矿井成功应用，耐磨性为进口设备的1.6倍以上，实现进口设备国产化替代，表现出了优越的耐磨性与抗破断能力，杜绝了普通铸焊溜槽结构强度低，易磨损等不良现象，具有较高的可靠性与性价比。


大型宽幅全幅智能3D打印机



1.32 煤矿用综采工作面自动控制装置

申报单位：山东矿机集团股份有限公司

一、基本情况

本装置为综采工作面成套设备协同自动控制系统，集成采煤机记忆截割、液压支架跟机动作、三机联动、工作面直线度校正、故障在线诊断功能，关键电气设备采用本安防爆设计、工业以太网高速通信，适配薄、中、厚煤层综采工作面。可实现顺槽/地面远程监控、工作面少人化作业，降低现场人员作业风险，提升开采连续性与支护可靠性，解决传统综采设备独立控制、协同性差、人工操作强度大的痛点。

二、技术特点

装置由本安型控制器、各类工况传感器、总线交换机、顺槽集控台、地面监控平台组成。通过采集采煤机位置、姿态、采高，液压支架压力、行程、倾角，刮板输送机电流、负荷等实时数据，依托工业以太网传输，内置协同控制算法，输出控制指令，实现采煤机记忆割煤、液压支架自动跟机移架推溜、刮板输送机负荷自适应调速，完成综采三机协同闭环控制，同时具备故障自诊断、异常工况联锁保护功能。适用于长壁综采工作面，可适配国产主流采煤机、液压支架、刮板输送机成套设备，工作环境温度0~40 ℃，满足井下瓦斯、煤尘爆炸危险环境防爆要求，关键电气设备防护等级IP68，可用于国内同类地质条件矿井智能化升级改造。系统具备就地、顺槽远程、地面监控多级控制模式；设置多重急停闭锁，发生通信中断、设备超温超压时自动安全闭锁，保障设备及人员安全。

三、应用情况

投运后实现工作面跟机自动化常态化，工作面作业人员每班减少4~6人；移架动作响应时间≤200 ms；非计划停机时间降低22%，支护作业一致性显著提升，有效降低工作面人员暴露风险，安全生产保障能力明显提高。装置兼容性强，适配省内大量在产中厚煤层综采工作

面，可用于现有工作面智能化改造及新建智能矿井建设，市场推广空间广阔。





1.33 BRW系列无泵头体直排式乳化液泵

申报单位：山东名盾防爆装备科技有限公司

一、基本情况

该产品（获得国家授权的发明专利，专利号：ZL202310848215.8）采用了无泵头体直排式恒压排液、常压吸液先进结构，不设泵头体，解决了泵头体开裂的行业难题。泵头体功能由高压缸套承担，高压腔在缸套内，吸排液阀组件、柱塞及柱塞高压密封组件均设置在高压缸套内，维护柱塞组件、缸套组件、吸/排液阀组件时，只需将箱体前端的集液块压板拆下即可方便维护上述组件，简单方便。液力端零部件呈水平安装，液力部件均在前级吸液液位线以下，从而消除了吸液冗余空间，消除了空穴、气蚀的发生因素，该产品容积效率达98%以上。整机振动低、噪声小，符合GB/T 6075.6—2002附录A振动烈度级2.8级范围值。直观测试：在泵的上端面垂直竖立硬币，在高压供液状态和卸载时，硬币均不会倾倒。

二、技术特点

该产品为卧式五柱塞（或七柱塞）往复式柱塞泵，三相交流四极防爆电动机驱动，经一级人字齿轮减速，带动五曲拐六支撑曲轴旋转，再经连杆、滑块带动液力端柱塞做往复运动，使工作液在液力端中经吸液阀吸入排液阀排出，从而使电能转换为液压能，输出高压液体供液压设备工作时使用。设计思路是基于传统乳化液泵的缺点（1.容积效率低；2.泵头体结构复杂并存在应力集中区；3.存在空穴区；4.存在液压冲击区；5.体积大、质量重，维护不方便），颠覆了传统设计而进行的发明创新。乳化液泵实际上是液压动力输出设备，其工作原理是利用乳化液泵输出的高压乳化液的压力能来传递动力。在液压系统工作时，必须对液压介质进行方向、流量和压力的控制与调节，以适应工作部件对方向、速度和力的要求。其方法和技术路线如下：选择动力装置如电动机—设计液压执行装置，使电能转换为液压能—设计液压控制装置，对液体的压力、流量和流动方向进行控制（如卸载

阀、溢流阀等）—辅助装置（如管件、油箱、过滤器、蓄能器和压力表等）。BRW系列无泵头体直排式乳化液泵，完全符合国家节能减排的产业政策和可持续发展循环经济战略要求，该产品容积效率高、工作可靠，噪音小，液力端结构合理先进，不存在空穴气蚀现象，没有应力集中区，与发达国家的同类产品相比，亦毫不逊色。

三、应用情况

该产品是煤矿井下综合机械化采掘工作面的安全屏障液压支架的动力源，其主要功能是为综采工作面系统提供动力，使液压支架的各种千斤顶动作，实现支撑顶板、推溜移架、调架护壁、侧护防倒、防滑等功能。它是保证采煤装备连续、稳定、安全可靠工作和实现矿井高产高效的关键设备。该产品还可以应用于隧道掘进和非煤矿山的液压动力系统，亦可延伸应用于大型水压机、液压锻造机械的液压动力输出设备。



1.34 高压水力预裂在硬岩掘进中的探索

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司

合作单位：山东科技大学

一、基本情况

山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司十采区轨道下山硬岩段掘进效率低、截齿消耗大，引进多孔变频脉冲协同共振高压水力预裂技术。该技术通过高压注水泵产生脉冲压力，在钻孔内形成“水锤”效应，使水压超过岩石抗拉强度，在钻孔周围由近及远分级形成环形裂缝网络，叠加为大范围裂隙，实现硬岩非爆破弱化。

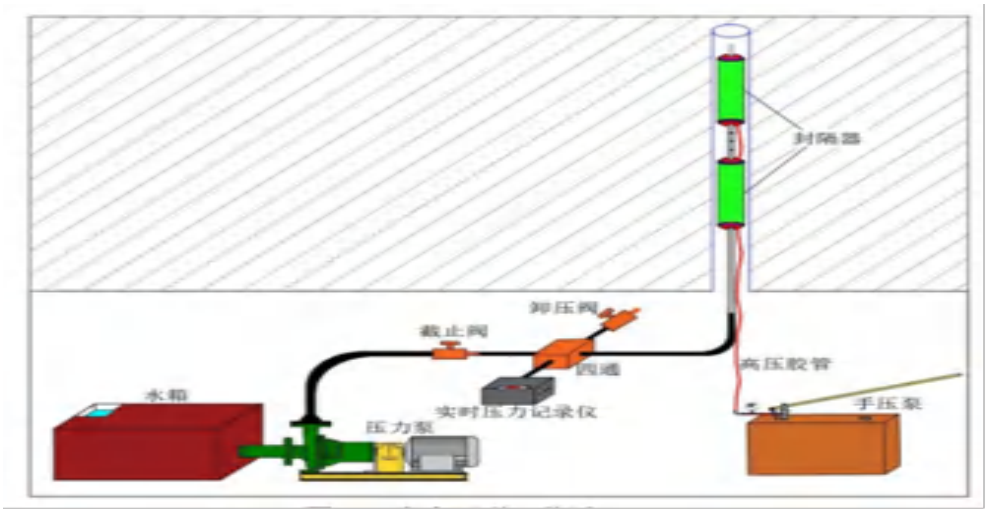
二、技术特点

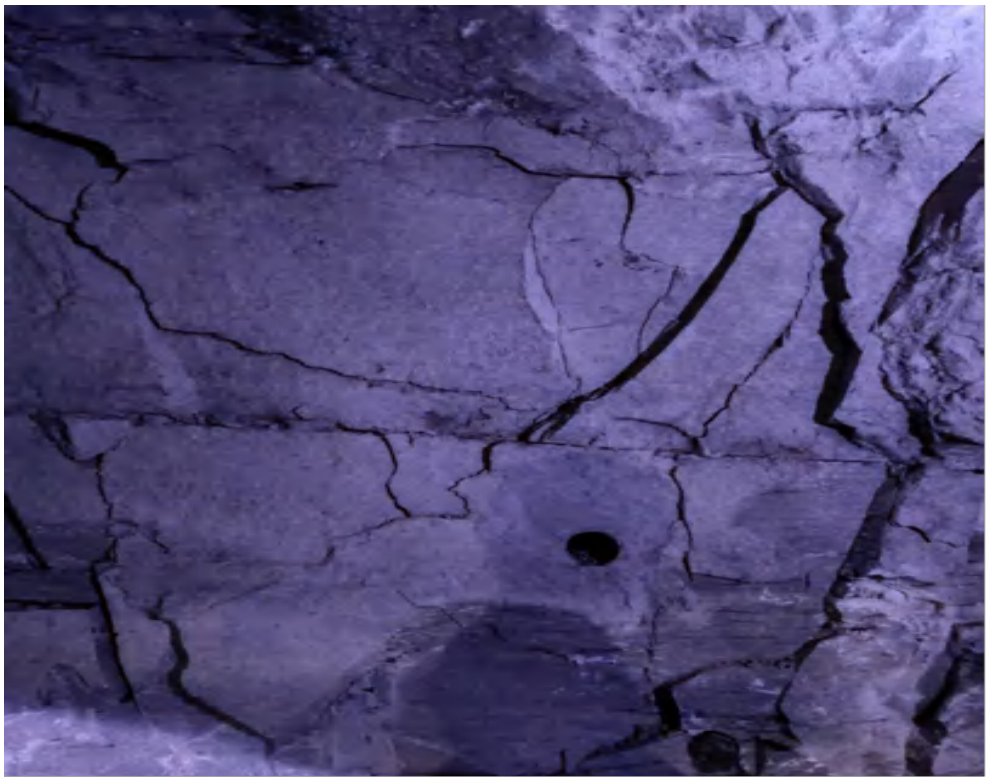
非爆破安全破岩，填补特定场景技术空白。 高压水力预裂无需火工品，无明火、无震动，对围岩扰动小，在瓦斯异常区、邻近采空区、围岩极破碎段等爆破受限区域具有不可替代的安全优势，是煤矿安全条件下的硬岩弱化有效手段。多孔变频脉冲协同，压裂范围广。 采用变频脉冲协同共振技术，通过多孔联合压裂，由近及远分级形成多个环形裂缝网络并叠加，使裂缝在岩体内均匀扩展，预裂范围优于常规单孔压裂。分段后退式压裂，孔内裂缝充分发育。 自内向外逐段压裂（分段间距1 m），避免单一压裂导致裂隙集中于孔底，确保裂缝沿钻孔轴向均匀展开，最大化单孔压裂效率。

三、应用情况

预裂后岩体裂隙充分发育，掘锚机截割阻力明显下降，截割时长缩短约1小时/米，机组运行更加顺畅。截齿消耗降低38%（由4.29个/m降至2.5～2.8个/m），月节约截齿费用近5万元，同时减少了因频繁更换截齿造成的辅助停机时间，提高了有效作业时长。多孔变频脉冲协同共振高压水力预裂技术，在十采区轨道下山硬岩段应用中取得了截齿消耗降低38%、截割效率提升14%的显著效果。该技术以高压水为能量载体，无明火、无振动、对围岩扰动小，在爆破受限条件下具有不可替代的安全优势，填补了煤矿特定场景下硬岩弱化的技术空白。在

非爆破破岩手段中，其预裂效果和综合效率处于较高水平，尤其适用于瓦斯异常区、邻近采空区等安全管控要求高的区域。





1.35 深部煤巷700 MPa高强锚杆快速支护成套技术与装备

申报单位：山东盛源工业装备有限公司

合作单位：山东能源集团

山东能源装备集团高端支架制造有限公司

一、基本情况

深部煤巷700 MPa高强锚杆快速支护成套技术与装备以700 MPa级高强锚杆支护体系，以700 MPa高强度杆体为核心，围绕“高强度、轻量化、小孔径、快速安装”的技术目标，在保持原有支护承载能力不降低的前提下，通过提升杆体材料性能，实现锚杆直径减小、钻孔孔径缩小以及支护参数优化，为煤巷快速支护提供高性能支护材料。配套专用锚固剂、高强螺母、圆形托盘，通过锚固剂将锚杆锚固于煤巷围岩内部，利用锚杆自身高强度、高延伸性能，调动深部围岩承载能力，将松散煤体组合成连续承载梁/承压拱结构，控制顶板、两帮围岩变形破坏；配套快速安装工艺，实现锚杆快速锚固、预紧力快速施加，达到煤巷围岩及时支护的目的。

二、技术特点

一是杆体力学性能优异，承载能力高，锚杆杆体屈服强度达到700 MPa，具备高强、高延伸特性，可承受较大围岩荷载，吸收围岩变形能，不易发生脆性断裂；在同等支护效果下可优化支护间排距，减少锚杆用量，适配高应力煤巷围岩控制。二是成套构件等强匹配，支护体系协同受力，采用一体化配套设计，高强锚杆、调质螺母、圆形五星托盘、锚固剂等配件性能等强配套，避免出现杆体未失效、配套构件先破坏的短板效应，充分发挥整套支护系统承载能力，提升支护可靠性。三是快速锚固施工，实现巷道及时主动支护，配套快速固化树脂锚固剂，锚杆搅拌锚固时间短，可快速施加高预紧力，缩短掘进后空顶时间，及时约束围岩裂隙发育、离层扩展，变被动支护为主动支护，降低顶板垮落风险。四是施工工艺兼容性好，现场易推广，可直接沿用煤矿现有锚杆钻机施工，无需更换大型设备；施工工序简单，工人操

作便捷，不改变原有掘进支护作业流程，现场适应性强。五是抗动载性能良好，适应复杂煤巷条件，杆体经专用轧制与热处理工艺，金相组织均匀，抗冲击性能优良，可用于深部开采、具有冲击倾向性的煤巷，有效抵御围岩瞬时冲击荷载。六是支护质量可控，便于标准化管理，产品生产工艺稳定，力学性能离散度小；现场拉拔试验、外观检测简便，支护施工质量便于检测管控，满足矿山安全生产标准化要求。

三、应用情况

已在高应力、破碎煤巷、小煤柱巷道开展工业性示范应用，用于煤巷掘进工作面围岩主动支护。现场采用700 MPa高强锚杆配套螺母、圆形五星托盘及快速锚固树脂锚固剂，沿用矿井现有锚杆钻机施工，施工工艺简单，可快速完成锚杆锚固与预紧力施加，有效缩短掘进空顶时间。 现场监测数据表明，巷道顶板、两帮围岩变形量显著降低，围岩离层、裂隙扩展得到有效控制，锚杆破断、托盘压溃等支护失效问题大幅减少，巷道支护安全可靠性明显提升。在满足巷道安全控制标准前提下，优化锚杆支护间排距，减少锚杆、锚固剂耗材用量，降低钻孔工程量，支护施工循环时间缩短，提升成巷效率，缓解采掘接续紧张。



1.36 井下巷道矿用装载机（内燃款、纯电款）

申报单位：山东一能重工有限公司

一、基本情况

本公司产品涵盖2吨、4吨内燃机（矿安型）与锂电防爆（煤安型）两大系列，专为井下巷道狭窄、低矮、瓦斯风险环境设计。

二、技术特点

一是紧凑灵活，超低车身、窄体宽轮距，转弯半径小，适配≥2 m×2 m巷道，后桥摆动通过性强；二是安全合规，内燃型配尾气水净化器，国三、国四排放；锂电型全程零排放、无明火；整机隔爆+本安电气，煤安MA认证；三是动力高效，内燃机大扭矩匹配，铲装力强；锂电版配大容量防爆电池+快换，续航长、噪音低；四是耐久可靠，锰钢加厚铲斗、Q355B车架、液压三级过滤、湿式制动，适应恶劣工况。

三、应用情况

适用于煤矿、金属矿等地下巷道。煤矿智能化、绿色化建设加速，井下装备“少人化、电动化”趋势明确。煤矿安全产能升级+锂电防爆技术成熟降低成本，叠加金属矿、非煤矿山及智能化改造铺开，市场空间持续拓宽。产品兼具安全合规、高效节能、灵活适配优势，在井下巷道装载细分领域具备较强竞争力和规模化推广潜力。


YINENG



1.37 尾砂似膏体胶结充填系统智能化工艺技术改造

申报单位：山东微山湖稀土有限公司

合作单位：山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队

（山东省第五地质矿产勘查院）

一、基本情况

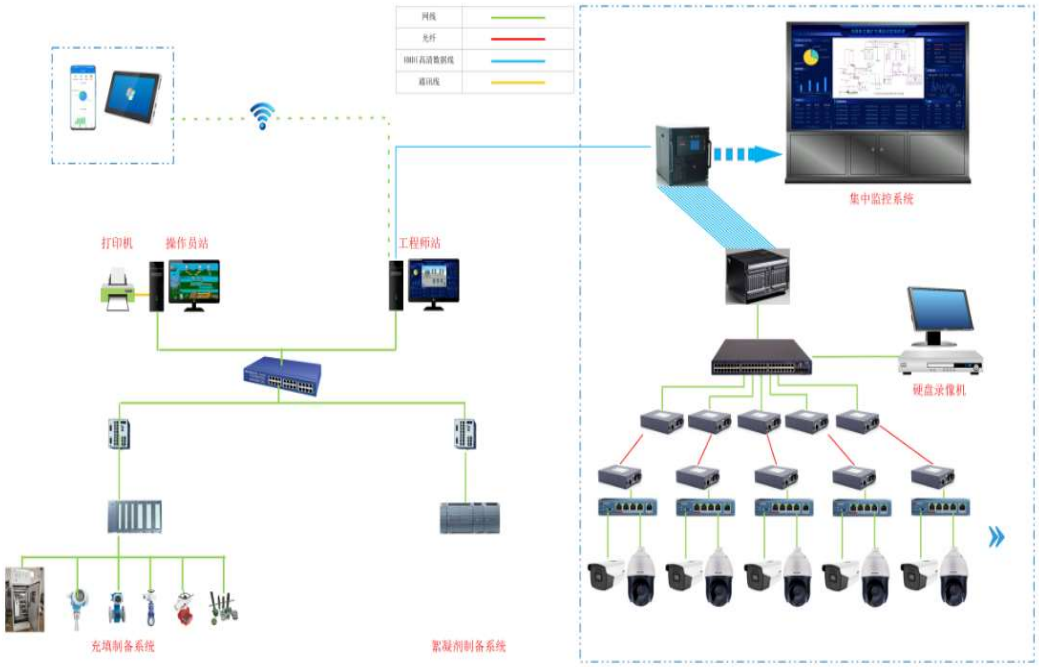
本项目为企校联合研发的尾砂似膏体胶结充填智能化改造成套工艺，针对微山湖稀土细粒不良级配尾砂难题。通过水力旋流分级、优选絮凝剂实现尾砂高效浓缩，更新立式搅拌制备合格似膏体料浆；基于流变试验校核管道输送阻力，搭建一键智能充填系统，实现参数在线监测、设备联锁自动运行。解决原系统沉降差、料浆制备差、人工操作费时、充填成本高等痛点，可治理采空区地压、消纳尾矿固废，适用于同类地下非煤矿山。

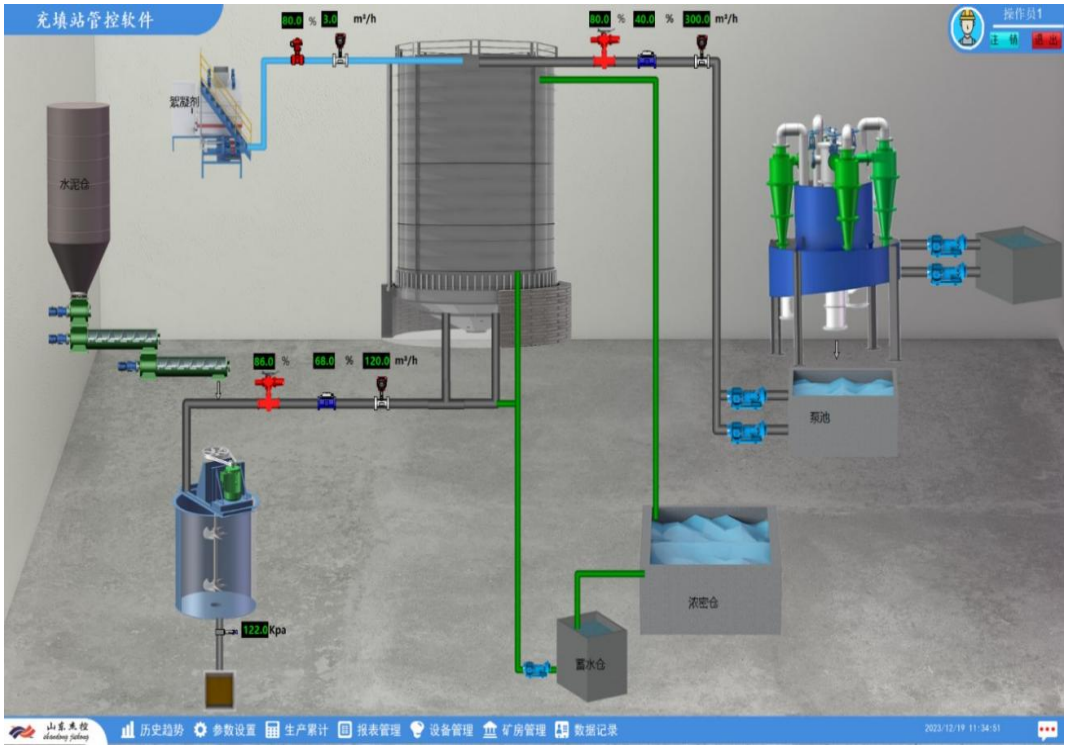
二、技术特点

利用水力旋流器离心力实现全尾砂颗粒分级，改善粒级级配；高分子絮凝剂通过电中和、吸附架桥使细尾砂形成絮团，提升沉降底流浓度。采用Bingham模型分析料浆流变特性，测定屈服应力、塑性黏度，计算管道沿程摩阻，确定输送工艺参数；依托PLC+多类传感器构建三层智能控制系统，采集液位、浓度、压力等参数，实现充填流程联锁一键启停。适用于地下稀土、金属类非煤矿山；矿山由浅孔留矿法转为嗣后充填开采，原有充填站老旧闲置、细粒尾砂沉降脱水困难，存在采空区地压、地表沉降风险，需要充填智能化升级改造的矿山。

三、应用情况

已完成全套室内物化、絮凝沉降、流变、配比试验，编制完成智能化工艺改造方案，在山东微山湖稀土有限公司闲置充填站落地实施。实现采空区地压治理，消纳尾矿，分级尾砂底流浓度达71.76%，充填质量稳定，降低充填成本，间接经济效益3200万元。成套工艺可复制，面向细粒尾砂、充填系统老旧、采空区灾害突出的省内地下非煤矿山，契合矿山固废利用、智能化升级政策，推广应用潜力较大。


网线
光纤
HMI高清数据线
通讯线
打印机
操作员站
工程师站
集中监控系统
硬盘录像机
充填制备系统
絮凝剂制备系统


充填站管控软件
操作员1
注销
退出
80.0 % 3.0 m³/h
80.0 % 40.0 % 300.0 m³/h
絮凝剂
水泥仓
86.0 % 68.0 % 120.0 m³/h
泵池
浓密仓
122.0 Kpa
蓄水仓
历史趋势
参数设置
生产累计
报表管理
设备管理
矿房管理
数据记录
2023/12/19 11:34:51

第2部分　机电运输

2.1 悬臂式“双向90°旋转”掘锚机二运装置

申报单位：山东济宁运河煤矿有限责任公司

合作单位：中煤科工集团上海有限公司

一、基本情况

创新改进传统二运设备连接方式，可保证掘锚机在90°转弯时正常动态出煤矸。目前市面上常规掘锚机二运左右摆幅一般在45°以内，在掘锚机转弯掘进时受限较大；此悬臂式“双向90°旋转”掘锚机二运装置左右摆幅可达90°，可快速进行掘锚机转弯掘进作业，避免对二运装置逐节拆解与重新安装。

二、技术特点

1.技术特点

此次投用的悬臂式“双向90°旋转”掘锚机二运装置，创新改进传统二运设备连接方式，依托悬臂式结构搭配大口径轴承，可实现二运设备左右90°摆动接料，通过封闭空腔三维转载设计，将煤矸散料精准卸载至二运接料斗，成功实现截割、运输、转载工序一体化作业。为保障整机离去角保持稳定，将一运后部槽尾部倾角由原8°调整至21°，有效提升二运设备旋转作业时运输机构的稳定性。经现场应用验证，采用该装置后巷道转弯作业时间较传统方式缩短2至3天，作业效率提升100%。

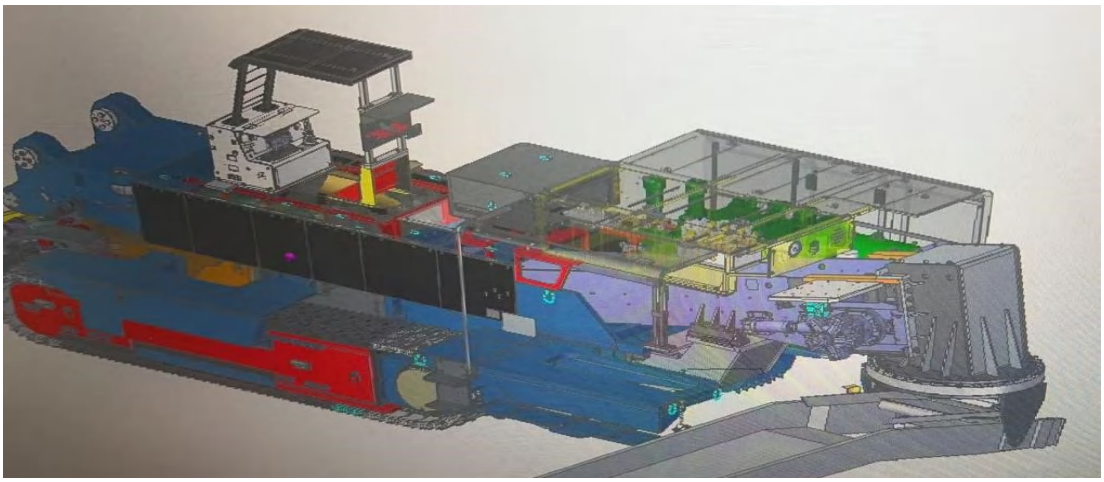
2.多维度对比

对比	传统二运装载方式	本装置
结构形式	刚性固定或单铰接，转动角度有限（通常≤30°）	采用双旋转关节设计，可实现水平与垂直双向90°自适应旋转
开门时长	4~5天	2~3天
开门效率	/	较传统二运装载方式效率提升100%

转弯适应性	无法适应90°急转弯，需拆解重组	无需拆解，随动平滑过渡90°转弯
拆安二运	开门初期逐节拆掉，掘锚机拐正后逐节安装	无需拆安二运
人员与安全	需多人配合作业，安全风险高	人员远离危险区域，安全性大幅提升
自动化程度	依赖人工干预，自动化程度低	依靠掘锚机牵引力自然驱动，无需额外动力
对效率的影响	频繁停机严重拉低月进尺	保障连续掘进，有效提升单进水平

三、应用情况

应用于运河煤矿7319轨顺掘进工作面、7319轨顺联络巷掘进工作面、9308皮顺掘进工作面等。经现场应用验证，采用该装置后巷道转弯作业时间较传统方式缩短2至3天，作业效率提升100%。省内、省外井工煤矿或者非煤矿山均可推广应用。





2.2 矿用智能煤仓防堵、防溃管控系统

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

系统创新性地采用了“源头控制－过程监测－主动清堵－应急防护”的全流程闭环技术架构。在源头控制环节，应用基于深度学习的图像语义分割技术进行AI视觉异物识别，有效克服井下环境干扰，实现对大块矸石、金属异物、水煤等的精准辨识与预警，并结合微波原理水分仪实现入仓煤流含水率实时监测与超限预警。在防溃仓方面，系统引入了基于调频连续波原理的3D雷达物位仪，实现了仓内料位形态的三维精准重构与实时监测，超越了国外普遍采用的点式或线式测量方法；同时，创新性地采用了基于流体力学原理的专用溃仓检测装置，能够敏锐捕捉煤体流态化转变的瞬间特征，并联动高强度防溃仓闸门实现毫秒级快速闭锁，形成了超越传统机械防护的主动安全屏障。在防堵清堵方面，系统融合了大功率声波疏堵（通过特定声能场破坏煤体内部结构）与万向式/圆盘式液压清仓机器人（具备远程可视操控与强力机械破碎能力）等多种技术手段，实现了从柔性疏通到刚性清理的协同作业，彻底避免了人员进入危险仓内环境，大幅提升了清堵作业的安全性、效率与彻底性。

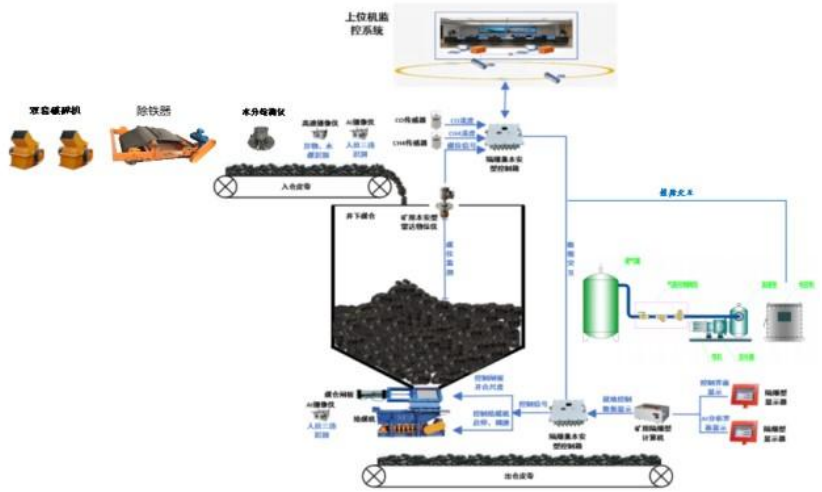
二、技术特点

该系统通过“源头控制－过程监测－主动清堵－应急防护”的多层级技术耦合，构建煤仓本质安全防护体系。其原理核心在于：一是在入仓前，通过破碎机与除铁器物理剔除大块矸石和金属异物，利用基于图像语义分割的AI视觉技术识别水煤、木料等杂物的区域，并结合本安型水分传感器实时监测煤流含水率，从源头降低堵塞与溃仓风险。二是在仓储过程中，采用3D雷达物位仪扫描仓内料面，三维成像还原物料形态与煤位，实现精准仓位管理；并设置专有的流体力学溃仓检测装置，在煤体流动性骤增时自动触发防溃仓闸门快速关闭。三是在堵塞形成时，应用大功率声波清堵装置，将高压风能转化为特定

频率的声能波，作用于仓内积煤层，利用声压波动特性破坏其内部结构力，使其松动脱落；对于顽固板结，则采用万向式或圆盘式清仓机器人，通过液压驱动的钻杆与破碎装置进行远程机械化清理，彻底消除人工入仓风险。

三、应用情况

本系统在济宁能源霄云煤矿主井煤仓2#煤仓、一采区煤仓、二采区煤仓成功应用。年均可减少因仓况问题导致的停产时间约100小时，减少专职清仓安检人员4人。年均避免停产增加的产量效益约795万元，系统实现了清堵作业的机械化和自动化，每年可节约外委清仓费用约为50万元，年均节约维护成本预计可达20万元。总体经济效益：综合以上各项，该系统年均创造的经济效益约为865万元。





2.3 基于网络继电保护的全矿井智能供电关键技术

申报单位：北京国力电气科技有限公司

合作单位：应急管理部信息研究院

济宁能源发展集团有限公司

一、基本情况

基于网络继电保护的全矿井智能供电关键技术，创新性提出了网络继电保护新原理，打破传统继电保护独立判别、满足定值和时间即跳闸的原理，采用“通信网络+供电网络”双通道互联模式，彻底解决了困惑行业数十年的故障定位不准顽疾，形成了高压防越级跳闸、高压接地故障精确选线、低压漏电故障防误跳为一体的覆盖高低压供电系统的全矿井智能供电系统。该技术不仅仅是技术升级的体现，更是煤矿安全生产和可持续发展的核心保障。

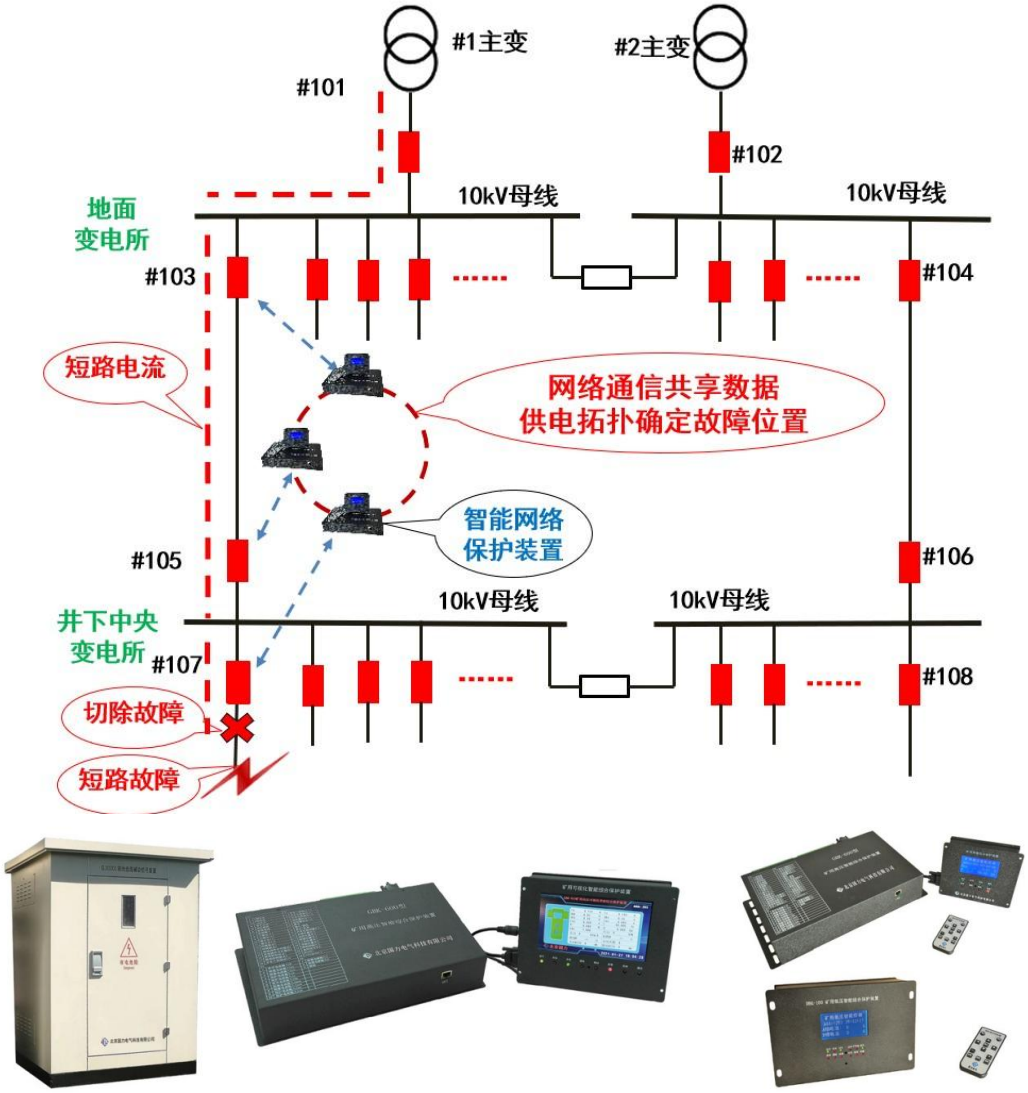
二、技术特点

网络继电保护新原理，采用“通信网络+供电网络”双通道互联模式，基于以太网构建保护装置通信网络，当供电系统发生故障时，检测到故障信息的保护装置瞬时启动，被启动的保护装置之间通过通信网络快速传输共享数据，结合各保护装置在供电拓扑网络中的上下级关系，毫秒级确定故障位置，由故障点最近的开关跳闸切除故障。基于网络继电保护创新原理，形成的集高压供电防越级跳闸技术、高压接地故障精确选线技术、低压漏电防误跳技术、“一键漏电试验”技术及矿井智能供电监控系统为一体覆盖全矿井供电系统的智能供电监控系统，解决了困惑行业数十年的痛点问题，适用于煤矿供电系统智能化建设，以及配电网、钢铁、石油化工、舰船等各行各业配电网。

三、应用情况

该技术已在山东能源、济宁能源、国家能源、中煤集团、陕煤集团、晋能控股、龙煤集团、川煤集团、黑龙江省电力公司、蒙西电网等十多个大型集团200多个场景广泛应用，取得了显著的应用效果。于2019年、2024年作为唯一一项供电专业技术，入选国家矿山安全监察

局安全生产先进适用技术装备推广目录。2020年、2025年，荣获煤炭行业历史上仅有的两个科学技术一等奖。该技术杜绝了因供电系统故障引起的无计划、大面积停电等重大供电安全事故发生，可应用及推广至全国矿山供电系统。



2.4 三相电能过滤器的应用

申报单位：汶上义桥煤矿有限责任公司

合作单位：小快智造电子科技有限公司

一、基本情况

本技术为具备AI智能算法的三相电能过滤防护新技术，基于隔离电源技术、用电线路对地阻抗实时在线测量技术、故障电弧探测技术、AI技术、物联网监控技术，使得安全用电“从机械式向电子式进行转变、从手动操作向智能监控进行转变、从被动预防向主动预防进行转变、从治标向治本进行转变”，区别于传统漏电保护器被动断电防护模式，采用源头主动防护，不改变原有供电电压频率，适配矿山地面建筑老旧配电线路，提升矿山电气本质安全水平。

二、技术特点

依托电能数据AI系统，每秒上万次采集解析线路电信号，区分正常用电与漏电故障信号；发生接地、短路故障时，隔离漏电回路，把故障漏电电流限制在安全阈值以内，正常供电回路持续工作，实现故障不伤人、不起电弧火花。适用于矿山地面澡堂、宿舍楼、食堂、办公楼、生产楼等三相380 V低压配电系统；可在不改动原有电缆线路布局前提下改造，适应线路老化、线路穿管敷设、潮湿作业环境。设备配置7寸中文触控显示屏，支持4G物联网云平台接入，具备过滤、市电双模切换、故障声光报警、参数自适应校正功能；具备GJB武器装备质量管理体系认证，防护性能优于传统空开、漏电保护器，从源头防范触电、电气火灾事故。

三、应用情况

应用在义桥煤矿地面职工澡堂低压配电系统，可拓展应用于职工宿舍、食堂、行政办公楼、生产楼等地面用电区域。改造后解决老旧隐蔽线路对地漏电、短路打火隐患；发生接地故障不中断供电，精准识别漏电故障并报警，降低触电、电气火灾风险，实现5%~15%节电效

果，减少人工巡检压力。契合山东省矿山电气隐患整治要求，适合各类矿山地面低压用电系统推广应用，具备良好安全效益与经济效益。



2.5 立井提升系统智能安全协同保障平台研究与应用

申报单位：汶上义桥煤矿有限责任公司

合作单位：徐州大恒测控技术有限公司

一、基本情况

针对煤矿立井提升各安全子系统相互独立、存在“信息孤岛”痛点，集成恒减速制动、智能盘形制动、重力下放、在线故障诊断、手动延时二级制动五大子系统，研究压力－速度双闭环反馈与补偿算法，优化并联冗余回油通道设计，提升比例溢流阀线性度，采用多源信息融合、三重冗余安全架构，实现提升机状态实时监测、故障早期预警、应急协同处置，有效化解立井提升重大安全隐患，已在义桥煤矿副井完成工业应用。

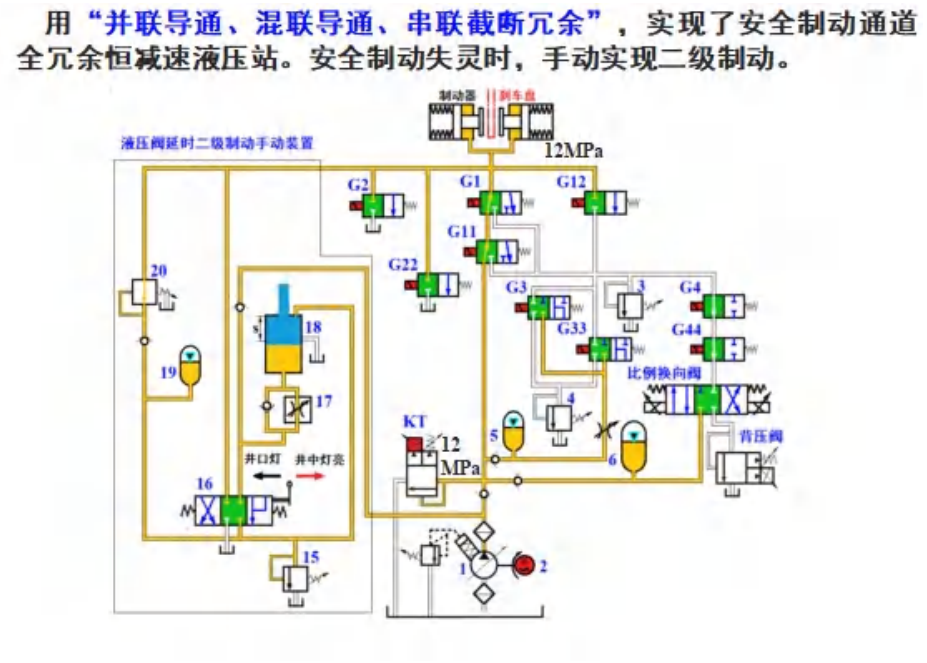
二、技术特点

搭建立井提升一体化智能安全协同管控平台，依托工业以太网破除各子系统信息孤岛，智能制动器采用“外部多轴+两点一线移动+单密封圈”设计，采用压力、速度双闭环自适应补偿算法实现恒减速精准制动。通过内置传感器直接采集制动正压力；融合振动、温度、油压多源信号开展故障智能诊断；构建电气、机械、应急三重冗余体系，主制动系统异常时自动或引导操作人员切换至后备应急处置模式，实现制动、监测、应急协同联动。确保恒减速制动空动时间≤0.3 s，闸间隙＞2 mm自动报警闭锁。系统融合振动、温度、压力多参数，实现“传动+制动”故障一体化诊断，诊断准确率较传统单参数监测提升25%，适用于各类井工煤矿立井提升系统智能化改造，同样适配金属等非煤矿山立井提升装备；可在原有提升机、液压站基础上实施改造，对原有主体设备改动小。

三、应用情况

已在义桥煤矿副井绞车房完成装备安装调试、多项工况工业性试验。应用后有效解决提升机制动失效、断电被困、故障预判不足等安全难题，设备故障停机时间减少约20%，规避重大安全事故风险，系统

智能化水平的提升将有效降低人工成本，实现减员增效，同时通过预测性维护可大幅降低设备维护费用，年综合经济效益100万元以上。该平台模块化程度高，可广泛推广至国内井工煤矿、非煤矿山立井提升系统，市场前景广阔。





2.6 机电维修快速拆卸拉拔装置应用

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：淄博市新光明工贸有限公司

一、基本情况

机电维修快速拆卸拉拔装置应用为全自动液压驱动车载拉马，仅拉爪开合手动，升降及主油缸伸缩由液压泵站控制，额定压力700 bar。采用两级流量供油，输出稳定、操控灵活，可完成联轴器、齿轮、皮带轮等过盈配合件拆卸及压装、拉伸、顶推。先进性：单人操作，重型构件拆卸由三四人、数小时缩短至约十分钟；标准化液压作业，防偏载、防野蛮拆装，保护工件，安全高效。

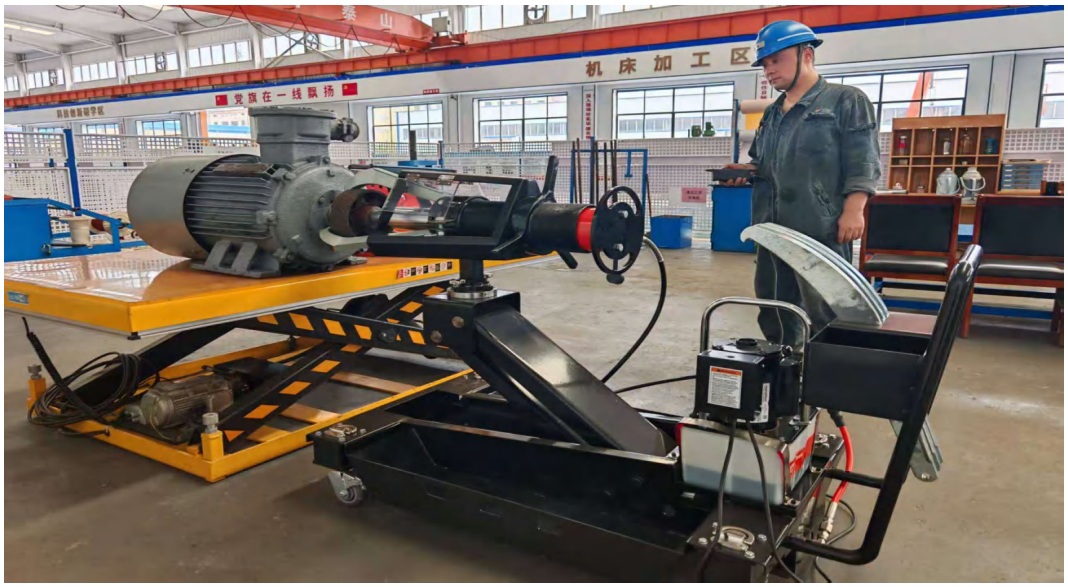
二、技术特点

基于液压传动原理，220 V/50 Hz泵站将电能转化为液压能，经换向阀、遥控手柄驱动主油缸伸缩及中心高度调节；采用两级流量供油，实现快速趋近、平稳加压。拉爪开合由T型把手手动控制，截止阀锁定作业高度。额定拉力50 T，工作压力700 bar。全自动液压驱动，仅拉爪开合手动，承载力大、稳定性强、换向可靠、操控灵活。可配套液压机具完成压装、拉伸、顶推等检修作业。单人即可操作，重型构件拆卸由三四人数小时缩短至约十分钟；标准化液压作业，有效防止偏载和野蛮拆装，保护工件完好，安全高效。适用于联轴器、齿轮、皮带轮等过盈配合零部件拆卸及矿井机电检修。要求电源220 V/50 Hz并可靠接地，场地平整无障碍，主油缸中心与工件轴心对中，工件须专用支撑固定。严禁超载、偏载、斜拉横拉；压力达700 bar仍无法拆卸时，应立即停机更换更大吨位设备。

三、应用情况

该装置已在阳城煤矿机修厂检修车间投用。试运行以来，单人操作约十分钟即可完成以往三四人一整天难以拆下的对轮，重型构件拆装时长大幅缩短，检修精度稳步提升，劳动强度明显减轻，人工撬动敲击隐患有效消除，工件得到完好保护。适用于煤矿及各类工业检修

中联轴器、齿轮、皮带轮等过盈配合件拆卸，并可完成压装、拉伸、顶推作业，标准化、安全高效，具备良好推广应用价值。





2.7 井下煤泥水综合处理系统及沉淀池智能清挖机

申报单位：新汶矿业集团（伊犁）能源开发有限责任公司

合作单位：山东莱芜煤矿机械有限公司

一、基本情况

本系统以刮板式清仓机为核心，配套转载运输、加药、搅拌、压滤脱水成套设备，依托工业以太环网实现地面集控、一键启停、井下无人值守；采用斜面沉降、阶梯溢流工艺，自动周期运行，提前截流矿井水中粗颗粒煤泥，替代人工清挖沉淀池、水仓，降低劳动强度，消除井下清淤作业安全风险。设备具备矿用防爆、煤安资质，运行稳定可靠。

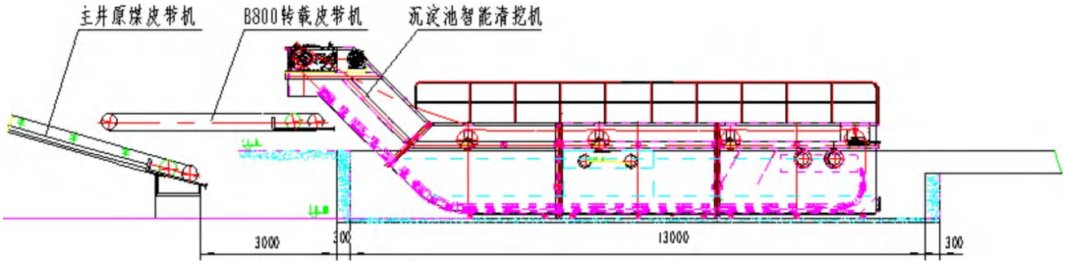
二、技术特点

运用斜面沉降、阶梯溢流、斜板沉降增大沉降面积，加速煤泥水粗颗粒沉降；设备按设定周期自动启停，沉降高浓度煤泥由刮板排出，经转载皮带转运至主运系统；微细煤泥水经加药、搅拌后由压滤机完成固液分离，滤液回流至水仓。系统PLC配置以太网通讯，接入矿井集控平台，设备变频调速，周期短时运行，能耗低，可实现远程监控联锁，井下少人、无人值守。适用于低瓦斯、煤尘具有爆炸危险性的煤矿井下，环境温度- 40 ℃～40 ℃，可处理矿井涌水携带煤泥，可在井下沉淀池、水仓前端使用。

三、应用情况

已应用于伊犁能源1503疏水巷、+950水仓沉淀池。替代传统人工清挖作业，水仓清挖周期大幅延长，消除井下清淤安全隐患；每年节约清挖成本约500万元，减少大量井下清淤作业人工，设备自动化程度高，运行故障率低。可在国内各煤矿井下水仓、沉淀池煤泥治理场景推广，解决矿井煤泥淤积、人工清挖风险大、效率低的痛点，符合煤矿智能化、少人无人化发展方向。




主井原煤皮带机
B800转载皮带机
沉淀池智能清挖机
3000
300
13000
300


伊犁能源综合信息化管控平台
Integrated information management and control platform
11:22 星期三 2026-09-09
系统首页
用户管理
设备一张图
报警管理
数据报表
操作记录
1503控制台
井口清挖机
950清挖机
井下650清挖机
950浓缩机
1503转载机
1503清挖机
950控制台
160转载皮带
950转载机
主斜井皮

2.8 矿用隔爆兼本质安全型减速永磁同步变频调速一体机

申报单位：北京久鼎智能科技有限公司

合作单位：北京久鼎智能科技有限公司山东分公司

一、基本情况

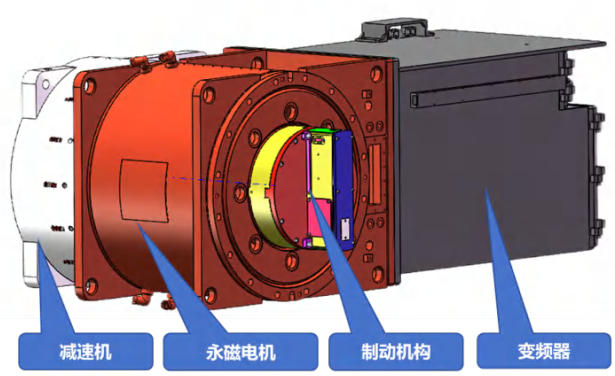
矿用隔爆兼本质安全型减速永磁同步变频调速一体机由北京久鼎智能科技有限公司研发，面向煤矿刮板输送机、转载机、带式输送机等主运输设备，集减速机、永磁电机、制动机构和变频器于一体，具备低速大转矩、紧凑集成、变频调速及智能运维等特点。相较传统高速异步驱动方案，采用半直驱永磁电机低速输出，缩短传动链、结构更紧凑。产品适应井下重载、冲击、高粉尘等复杂工况，推动输送装备向高效、可靠、智能化升级。

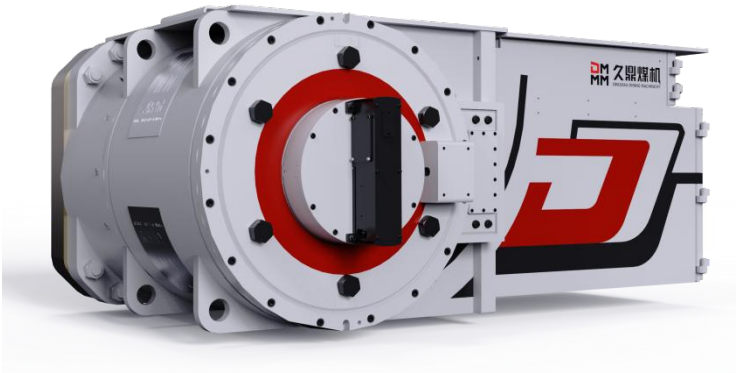
二、技术特点

采用永磁半直驱技术，将永磁电机与一级行星人字齿减速装置集成，实现低速大转矩输出；一级减速缩短传动链，人字齿双螺旋对称结构实现轴向力自平衡，兼顾承载能力与传动平稳性；集成变频器，根据煤量负荷及驱动状态调速匹配负载变化，支持重载启动和多机协同控制；制动系统结合电磁控制、液压执行、机械锁止与传感反馈；机芯采用独立模块和标准接口，便于快速更换。产品适用于井下刮板输送机、转载机等主运输设备，针对空间受限、负载变化和重载启动等需求提供紧凑驱动方案。

三、应用情况

已在山东新查庄煤矿、张集煤矿，山西黑龙煤矿，四川龙滩煤矿及河南新丰煤矿等5个煤矿应用17台，配套刮板、转载输送机，覆盖放顶煤场景。应用场景有利于紧凑布置和运输安装。结合高效调速与智能运维特点，可向煤矿运输装备更新改造及智能化工作面推广。


减速机
永磁电机
制动机构
变频器


久鼎煤机

2.9 井筒变形机理与灾害防治监测技术研究

申报单位：济宁矿业集团花园井田资源开发有限公司

合作单位：中国矿业大学

一、基本情况

现场勘察主、副井刚性罐道结构、提升容器运行情况，分析罐道变形和故障特征。在此基础上针对表土段井壁变形显著范围的罐道，研究罐道缝测点设置、传感器安装、保护工艺及信号获取方法，形成罐道局部变形实时监测技术。根据提升容器结构特征和井下环境，研究井筒内激光三维扫描的移动测量方法，以获取三维空间内结构的准确点云数据。研究点云数据预处理方法和去噪技术，以及重点位置断面提取方法，获取不同时间罐道的空间姿态，分析罐道变形。

二、技术特点

项目针对济宁矿区的工程条件，在破裂高风险位置井壁安装监测仪器，利用物联网技术和云计算技术构建井筒变形智能监测云系统，实现了远程在线监测卸压槽变形、井壁混凝土应变、井筒变形和井壁温度等信息，通过及时获取地层沉降和温变影响下井壁的响应特征，可为井壁破裂灾害防控提供重要科学依据。对井筒变形较大位置罐道缝进行全天候监测，克服了人工巡检精度低，无法及时获取罐道缝变形信息的缺点，为罐道稳定运行提供了重要技术支持。本项目研究的创新和技术进步如下。

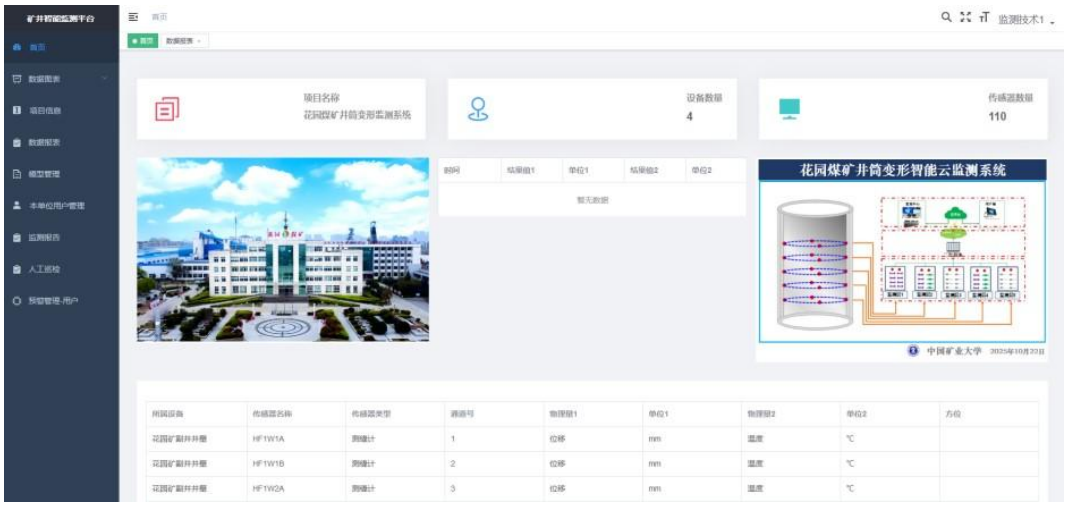
（1）本项目实现了井壁－罐道－钢丝绳等多元体系协同监测，克服现有井筒监测技术“信息孤岛”问题，增强对井壁破裂灾害演变态势较全面的感知。

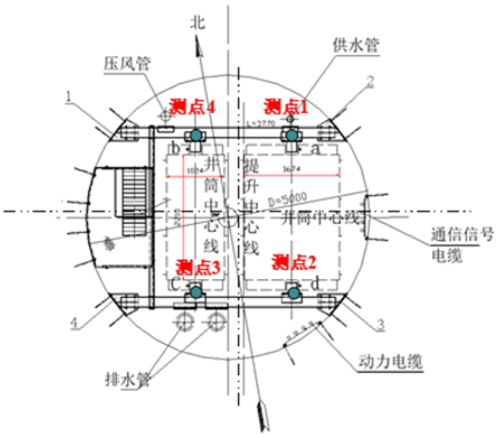
（2）相比于传统的罐道变形检测技术，本项目采用三维激光扫描技术，精确、全面地获取罐道空间形变。

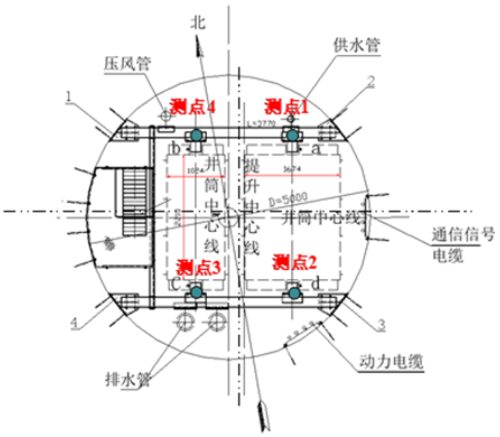
（3）研发了井筒、罐道变形监测智能云平台，实现了井壁温度、井壁混凝土应变、卸压槽变形、罐道缝变形、井筒变形、井架偏斜等多源信息感知与融合，可全天候进行实时监测。

三、应用情况

通过项目的产学研合作模式，有利于井筒破裂灾害风险管控人才培养和专业队伍建设。项目以井壁破裂灾害防控技术难题为切入点，为企业技术团队提供了较好的理论知识和技能学习平台。通过联合攻关，以及培训学习，矿上技术人员不再局限于传统的人工检查，而是深度认识灾害演变机理和先进防控技术，提升了企业团队解决问题的思维和能力。







2.10 煤矿井下大流量智能压裂泵站

申报单位：北京天玛智控科技股份有限公司

合作单位：山东能源集团

山东科技大学

一、基本情况

煤矿井下压裂泵站是顶板治理、瓦斯增透核心装备，通过高压注水改造煤岩层结构。针对传统压裂泵功率小、可靠性低、智能化水平不足等难题，项目突破多参数数字协同设计、精准变频调速、高耐腐蚀、智能控制等核心技术，攻克高压大流量工况稳定性差、多参数动态匹配难、井下恶劣环境适配性弱等技术瓶颈，研制出国内外首套额定功率1000 kW、压力71 MPa、最大流量2197 L/min 矿用智能压裂泵站，实现高压、大流量、大功率一体化协同匹配，填补煤矿井下超大功率智能压裂装备领域空白。

二、技术特点

煤矿井下大流量智能压裂泵站通过大功率电动机将电能转化为高压水力能，依托高压密封、流量脉动与气蚀防治等技术，把水体持续、稳定加压至最高71 MPa，实现最大流量2197 L/min的大流量输出；通过变频压力控制技术，实现对输出压力和流量的无级精确调节，自动完成坐封、起裂等工序；通过大流量卸压阀对压裂后的流体进行快速、可靠的回收，保障作业安全。系统由智能控制中枢统一指挥，基于高速工业网络，集成全景视频监控与多参数传感器，对设备状态与压裂参数进行实时采集与处理，支持远程可视化监控、智能决策、一键启停，最终实现了“无人则安”的智能化作业模式。

煤矿井下大流量智能压裂泵站是针对复杂地质条件研发的核心装备，适用于煤矿井下高瓦斯煤层增透、坚硬顶板弱化卸压、巷道围岩应力调控场景。可改造低渗透煤层提升瓦斯抽采效率，弱化厚硬顶板，抑制冲击地压，缓解围岩应力集中，保障采掘空间稳定。装备具备低振低噪、耐腐蚀、易维护的特点，适配井下复杂地质环境，解决传统

压裂装备功率不足、可靠性差、操作门槛高的痛点，推动煤矿灾害治理由被动防护转为主动防治，支撑矿井安全高效绿色开采。

三、应用情况

煤矿井下大流量智能压裂泵站已在山能新巨龙煤矿、陕煤曹家滩煤矿、贵州东李煤矿等项目推广应用30余套。新巨龙煤矿水力压裂有效改变原岩应力，裂缝拓展可控；曹家滩超大采高工作面实现100 m^3/h、33 MPa水力压裂；东李煤矿瓦斯增透，灾害治理成效显著。国家多项政策支持冲击地压、瓦斯突出灾害治理，国内超千座矿井存在治理需求。该系统是传统低效小流量压裂装备的颠覆性替代，市场前景广阔，经济与社会效益显著，有力保障国家能源安全。





2.11 设备健康诊断平台

申报单位：鲸航工业科技（山东）有限公司

一、基本情况

设备健康诊断平台以设备故障预警与诊断为切入点，建设面向集团内部应用和外部市场拓展的设备健康管理运营平台。平台通过边缘侧温振、转速、油液等传感器接入提升、通风、压风、排水、主运输、选煤等关键系统设备，实现设备数据接入、状态监测、异常预警、故障诊断、健康评价、诊断报告和运维闭环；集团侧建设统一监控中心、标准化机房与调度室，形成全域可视化、分级告警、趋势预测、统计报表与管理驾驶舱能力，推动设备管理由事后维修、定期检修向状态检修、预测性维护转变。

二、技术特点

平台采用“集团级监控中心+矿端边缘侧”两级架构。边缘侧围绕关键系统设备，接入温振、转速、油液等传感器，通过数据采集器、无线网关、工业路由器、边缘网关软件补齐监测盲区；对已有故障诊断系统、综合自动化系统、PLC/DCS系统数据优先接入利用。平台侧统一监控中心侧重数据汇聚、全域可视化、分级告警、健康分析、趋势预测、统计报表、诊断报告和管理驾驶舱，配置高性能计算服务器、GPU推理服务器、分布式存储及工业防火墙、网闸等。平台坚持开放兼容，支持多厂家传感器、多类型采集设备、多种工业协议和多类业务系统接入，避免单一厂家绑定。适用条件：适用于煤矿提升、通风、压风、排水、主运输、选煤等关键机电设备，并可延伸至港口、船厂等设备密集型单位。

三、应用情况

项目按照“试点先行、验证优化、全面推广”推进，优先在霄云煤矿、阳城煤矿、朱家峁煤矿开展试点，完成矿端设备接入、传感器安装、集团侧平台联调、预警诊断模型验证和运维闭环测试，年底前形成集团级设备健康诊断平台整体应用能力。平台成熟后向港口、船

厂、海纳科技及外部市场复制，形成平台服务费、诊断服务费、模型优化费等持续收入，具备可运营、可收费、可复制的产业化前景。





2.12 矿用智能煤流调速系统

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

智能调速管控系统由分站控制箱、视频监视主机和摄像仪组成，摄像仪对皮带煤流进行3D成像，主机使用自主开发算法对煤流进行分析，可得出经过皮带的瞬时煤流量，还可进行煤量累积计算。根据煤流量检测系统采集瞬时煤流量，以及皮带状态，通过工况分析，可对皮带机或给煤机等设备进行启停或调速操作。系统可实现煤流测量、皮带调速、给煤机调速、皮带控制等功能。

二、技术特点

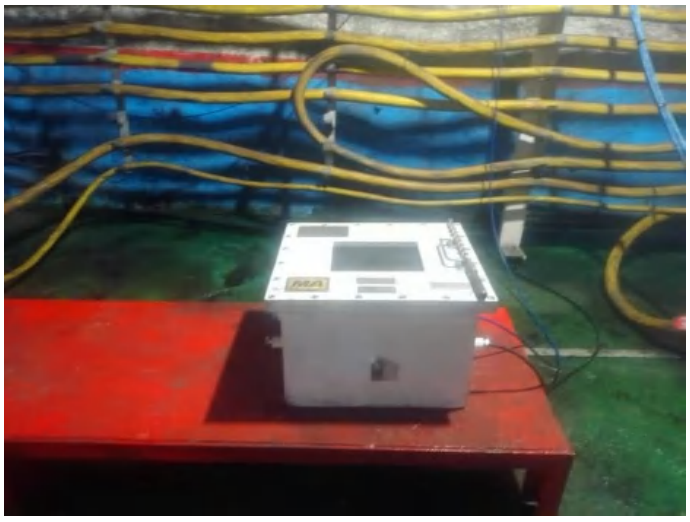
采用AI摄像仪对皮带煤流进行实时测量，可监测皮带瞬时煤量及产量。控制系统主要实现控制、采集、显示所有状态，负责各皮带集控通讯，对皮带集控进行顶层逻辑控制，设置各类保护及启停规则。主控制系统采用西门子1200系列CPU做主控制器，并扩展通信模块以及数字和模拟量模块。主控制系统对各类保护和参与控制预警信号参数自动采集、调节、记录，对工艺参数进行统计分析，自动形成各报表曲线；根据实时煤量，控制现场可调速设备进行多档速度调控。一是自决策控制技术：基于实时监测数据，通过自动化控制算法对皮带运行速度、煤流流量等参数进行智能调节；通过自决策算法，对采集数据及状态进行分析，完成皮带的顺煤流自启动。二是AI视觉分析技术：基于双目立体视觉技术，实现煤量监测统计、堆煤监测、块煤监测、异物监测、跑偏监测等功能，提供精准的煤流数据。三是深度先进算法：开发机器学习和深度学习模型，根据煤流数据分析识别模式和异常情况，探索大数据处理和云计算技术在煤流分析中的应用，研究煤流分配和输送策略的优化算法和反馈控制理论的煤流控制系统。

三、应用情况

该系统已成功应用于多个煤矿的多个项目，包括花园矿、中煤山不拉煤矿、金桥矿、潞安古城煤矿等。该系统的应用，可使皮带运行

时长从16小时降至4小时，设备能耗降低18%，煤仓利用率提升30%以上，每年节省电费、材料费近30%。煤炭输送效率提升后，可减少运输时间和提高效率，煤炭生产和运输中的能耗降低，节约能源成本；实现煤矿皮带主运输系统的高度集中控制，优化岗位资源；简化了设备间的通信过程，确保通信实时性和安全性，极大减少人力；当发生故障时，易于故障查询，省去大部分监测、维修的时间和费用，最大幅度的提升工作效率；带动相关产业发展，进一步增强企业员工素质，造就良好劳动环境氛围，为企业的社会效益提高奠定了基础。





2.13 8.7/10 kV及以下光纤复合煤矿用电力电缆

申报单位：山东兖矿集团长龙电缆制造有限公司

一、基本情况

根据矿用电缆运行的实际情况，结合分布式光纤测温技术，将光单元植入矿用电缆内部制成光纤复合矿用电缆，通过测试光缆植入电力电缆后的光纤衰减性能指标，实现电力和光纤信息同缆传输的性能。利用光纤分布式温度装置远程在线实时监测电缆本体运行情况，实现故障预警、定位并上传至网络。电缆连接后的电流显示升级为电流、电缆本体温度、距离显示，温度误差为±2 ℃，距离误差为±2 m。

二、技术特点

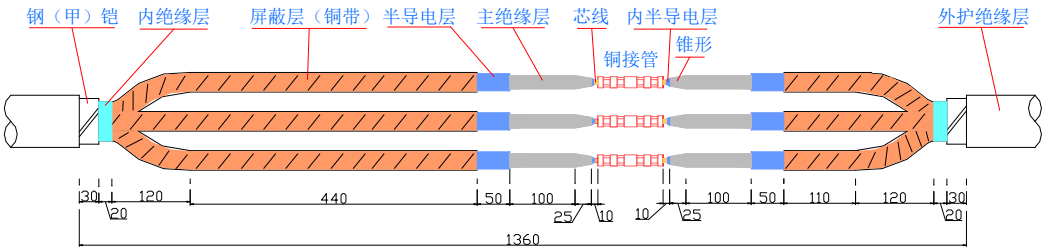
一是光单元植入。光单元采取紧贴电缆绝缘线芯的方式进行复合，植入光纤时采用了同节距成缆方式，既保证了光纤性能满足拉伸弯曲要求，同时还防止光单元与电缆线芯发生相对滑移。二是中端光电连接工艺及方法。设计了专用光缆接线盒，解决了中端光纤连接的问题，有利于矿用电缆的高效利用和安全稳定运行。三是光纤复合电缆实现多网融合。以通信技术、信息平台为支撑，具有信息化、自动化、互动化等特征，实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合。具备更加经济、缆芯温度准确度更高等优点。另外灵敏感应外围护套变化，降低外力破坏或鼠害的危害程度。光纤复合电缆布置在电缆缆芯、导体与电缆护套间，既可以监测缆芯温度，又可以灵敏感应外围护套温度变化，应对外力破坏或老鼠啃咬电缆问题，利用光纤的电流、电压、应力应变等传感特性，保证电网安全。光纤复合电缆的光纤还可以获取主干及分支电缆的电流、电压、应力应变等数据，以检测电力线路的异常运行状况，如塌方、进水或过载，从而可以及时调节线路负荷大小，确保电网安全运行。

三、应用情况

MYJV22 -8.7/10 kV -3×240+GXT煤矿用光纤复合电力电缆10 000米，已用于2017年鲍店煤矿井下智能化建设项目，实现山东能源集团

公司内部推广应用。光纤复合电缆动力线芯通过5 min 3.5u0耐压试验，局放值在1.73U_0下小于10 pC。符合MT 818.13—2009的要求。光纤复合电缆单模光纤最大衰减系数小于0.22 dB/km，符合Q/SCD 13—2026的要求。光纤复合电缆技术将输电与通信功能合二为一，丰富了电网构架设计。在分布式光纤测温系统中利用光纤复合电缆构建新型继电保护，准确地获取电缆缆芯温度数据，灵敏感应外围护套温度变化，确定电缆故障位置。





2.14 控制线芯加强型采煤机电缆

申报单位：山东兖矿集团长龙电缆制造有限公司

一、基本情况

煤矿井下采煤机电缆长期存在使用寿命短、易出现控制线芯故障问题。控制线芯加强型采煤机电缆采用控制线芯导体加强结构设计，成品电缆曲绕拖曳9000次无短路、断路故障，控制线芯使用寿命，达到进口电缆水平。

二、技术特点

1.控制线芯导体加强结构

创新性对控制线芯导体加强结构进行设计，确定了A、一次束绞导体+钢丝编织加强和B、中心钢丝绳加强+外层绞合镀锡铜股线+最外层钢丝编织加强等两种导体加强结构设计方案，根据电缆实际情况选择使用。通过钢丝加强结构的使用，极大增强了控制线芯导体抗弯折性能，提高了控制线芯使用寿命。

2.控制线芯专用绝缘胶料开发使用

与国内知名胶料厂家合作，进行控制线芯专用胶料的开发；以有利于提高控制线芯使用寿命为目的，确定专用胶料性能指标，生产验证并持续改进，形成控制线芯专用胶料。控制线芯专用胶料兼具强度和韧性性能，能更好的保护控制线芯导体。

3.成缆工艺改进优化

减小成缆节距、去除绕包和填充结构；对成缆设备线框张力控制进行改造提高张力均匀性；提高了电缆的整体耐弯曲性能。

三、应用情况

研发的MCPTX-0.66/1.14和MCPTX-1.9/3.3 （35～185）mm^2控制线芯加强型采煤机电缆与普通采煤机电缆相比，具有耐弯曲性能优越的特点，已在山东能源集团、兖矿能源、山能建工集团等多个矿井进行应用，采煤机电缆使用性能和寿命有效提升，减少了客户的采煤机电缆更换频次，降低了运行中的故障率，使用寿命由最高12个月可增加

到24个月，使用寿命提高了1倍，达到进口电缆水平，为客户实现安全生产及提高生产效率提供了良好保障。





2.15 带式输送机光纤听诊系统

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

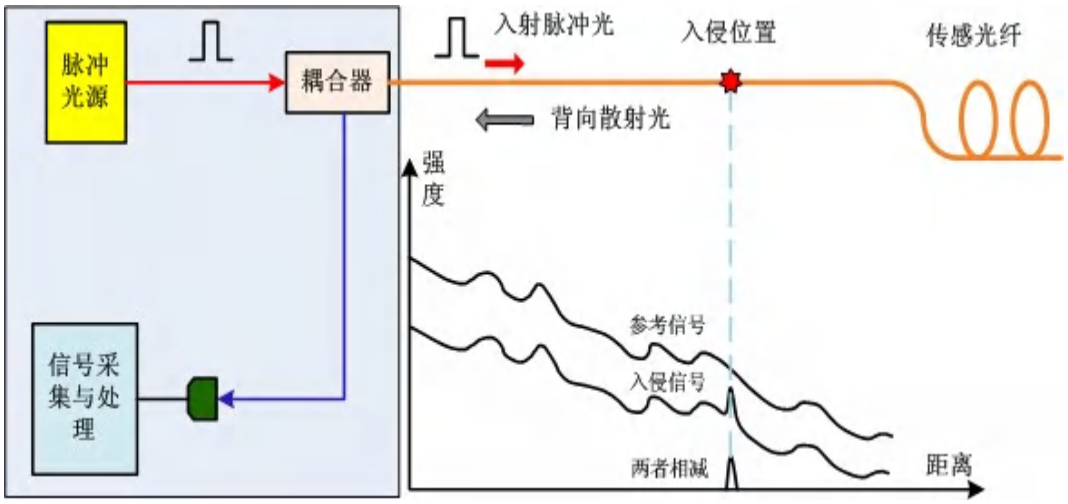
本系统将光纤作为传感器，基于瑞利散射的产生机制，使用分布式光纤声波振动传感（DAS）技术和骨传导技术，通过沿皮带机结构框架部署无源传感光纤来探测托辊的异常振动。基于AI托辊异常检测算法模型及时发现托辊异常，并将异常托辊信息通过前端应用进行告警，及时通知维护人员进行排查，并提供高保真的声音还原能力，可远程通过人耳对托辊故障完成二次判断确认，实现7×24小时无盲区检测，提升巡检效率和质量。

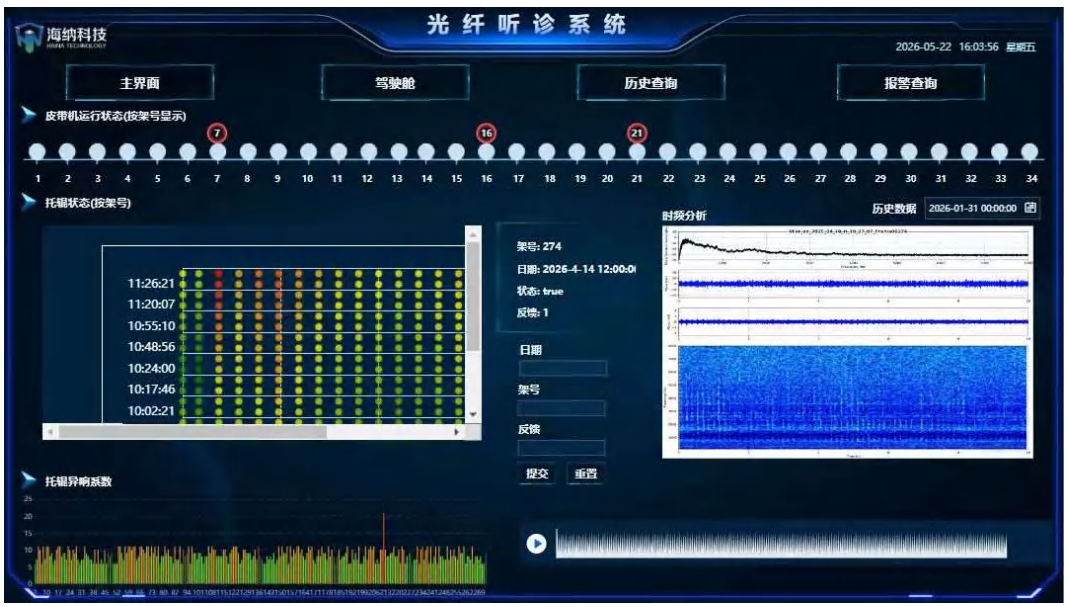
二、技术特点

系统将光纤本身作为传感器，基于瑞利散射的产生机制，利用光时域反射技术实现对光纤周边振动量的测量、分析和定位。光纤介质折射率不均匀会产生弹性散射（瑞利散射），散射光与入射光中心频率相同，且散射光随光纤受振动产生形变量而周期性变化。当托辊发生异常时，异常振动耦合到敷设于钢架上的听诊光纤，探测设备（OptiXsense EF3000-F50）发射光脉冲信号并接收光纤返回的监测信号，经光数字信号处理（ODSP）后传给感知算法引擎（SAE）。SAE搭载基于深度学习的AI托辊异常识别算法，配合NMF非负矩阵分解主动降噪技术滤除环境干扰，精准识别异响类型并定位故障位置（定位精度≤4米），同时支持高保真声音还原，实现远程“听诊”。适用条件：皮带输送机托辊等旋转部件的声波振动监测，适用于托辊轴承损坏、表面磨损、异响、卡阻、转动不灵等故障检测，传感光缆需沿皮带机结构框架（钢梁）部署，紧贴托辊支架底座钢梁，确保振动信号正常传导，避免光缆悬空晃动。井下场景无源光缆本质安全，可适配防爆要求，探测设备部署于机房，工作温度5～40 ℃；供电为220 V/110 V AC；需提供19英寸标准机架空间。适用规模：光纤覆盖范围2×5 km，支持长距离皮带输送机全线覆盖。

三、应用情况

带式输送机光纤听诊系统在阳城煤矿成功部署。依据现场数据，系统共提供223次报警，报警正确率达96%，异响检出率99%，定位精度均小于4 m；经实际验证，可减轻托辊巡检人员工作量80%。这套方案将皮带托辊运维从“点状抽检、被动抢修”全面升级为“全域连续监测、AI声纹识别、闭环智能管控”，填补了长距离皮带全线无盲区监测的技术空白，在矿山、港口、钢铁、电力等行业需求迫切，推广前景广阔。





2.16 矿用带式输送机光纤型综合保护装置

申报单位：山东超晟光电科技有限公司

一、基本情况

该设备为企业自研新装备，采用全光信号无源传感架构，实现带式输送机急停闭锁、跑偏、堆料、撕带、速度、温振监测等多维度保护，具备故障精准定位、断线自检、超前预警、集群管控等功能。传感器无源无电气元件，消除失爆、电火花隐患，抗电磁干扰；单套无中继覆盖40 km，适配超长输送线路。装置通过矿用安标认证，可接入智慧矿山平台，降低运维投入，提升输送机运行安全与运输效率。

二、技术特点

本系统构建“光纤无源传感+全光路传输+数字化监测”三位一体架构，破解传统电信号系统抗干扰差、传输距离受限、运维繁琐等痛点，推动输送机保护由“电信号时代”迈向“全光智能时代”。采用光纤布拉格光栅（FBG）光子传感，以FBG为核心敏感元件，外界应力、温度变化引起反射中心波长线性偏移，通过监测波长变化感知设备状态与位置；二是分布式光纤传感，光纤兼具传输与感知功能，物理量变化引发散射光频移，借助光时域反射技术获取被测参量大小、时间及空间信息。无源传感器采用机械- 光学转换结构，将拉绳、跑偏等物理动作转化为FBG应力变化，解调光信号实现保护判别与故障定位；采用“控制主机- 光纤分纤箱- 无源传感器”拓扑，依托光波导低损耗与波分复用技术，实现40 km无中继传输、单纤搭载多传感器；智能算法动态补偿温漂与光纤老化，识别光信号特征，实现故障超前预警。将光纤解调仪、控制器与人机界面，通过工业标准接口完成数据交互，保障系统实时可靠运行；配套上位机监控软件，实现传感数据数字化展示，支持报警阈值自定义、巡检报表自动生成、断线自检等功能。适用于矿山、港口、建材、冶金等行业带式散料输送装备；尤其适配潮湿腐蚀、强电磁干扰、易燃易爆、高粉尘、超长距离连续运行等高

危恶劣工况。系统接口丰富，可对接智慧矿山平台，兼容配套电信号设备接入。

三、应用情况

已在全国23个省份落地，累计覆盖超2000 km工业输送线，应用于石横特钢、平煤梁北二井、淮南矿业等矿山、钢铁、建材项目。有效降低事故发生率，减少非计划停机，大幅降低运维工作量。契合智能矿山建设政策，技术、经济优势突出，未来3~5年有望成为散料输送保护主流方案，在矿山、港口等领域具备百亿级市场潜力，推动行业向全光智能保护升级。





2.17 大倾角下运防飞车高效输送系统

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

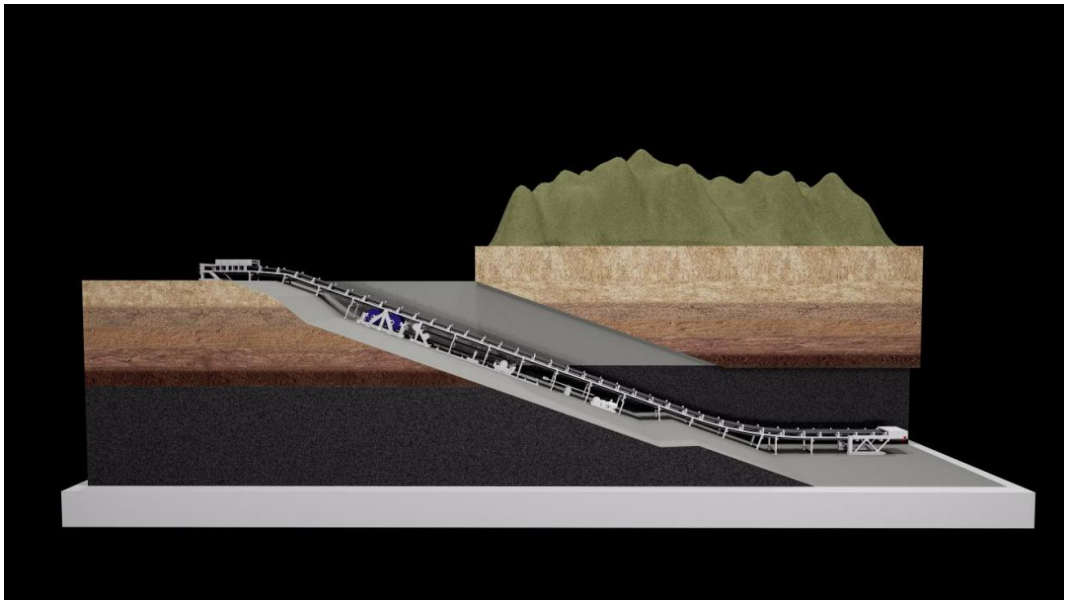
该装备为DTL120/3×450型下运带式输送机，应用于金桥煤矿回风暗斜井，机长1285 m，提升高度-102 m，巷道坡度9°，运量1200 t/h，3.15 m/s带速的重载下运工况。装备全面落地下运皮带机防飞车专项方案，通过驱动升级、冗余制动、智能管控等成套技术，从根源解决飞车、物料下滑、撒料等行业痛点，显著提升矿山下运输送环节的安全可靠性。

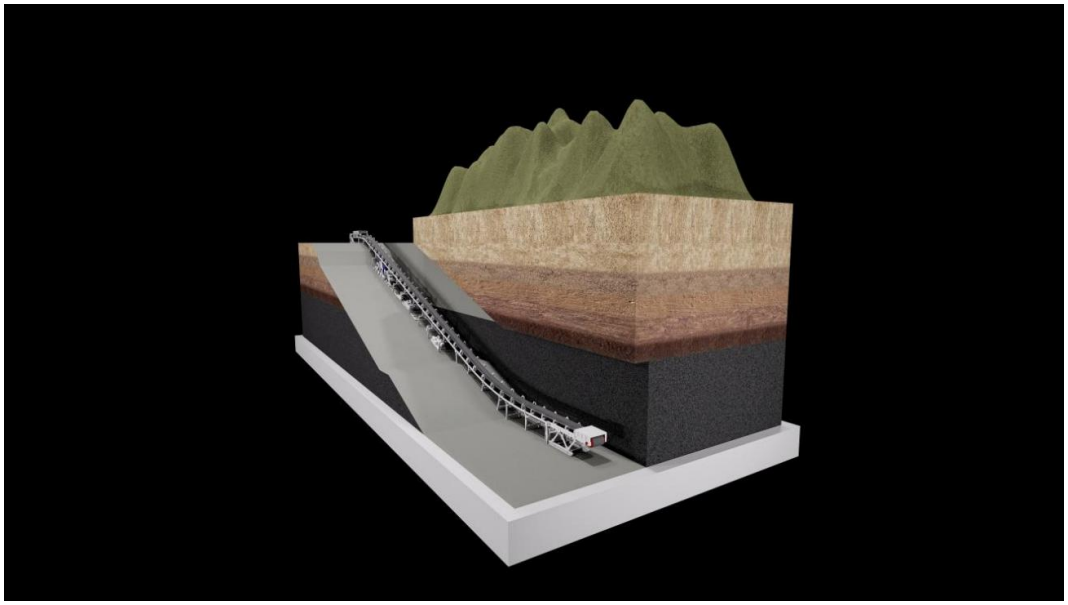
二、技术特点

采用永磁电机+变频器驱动，替代传统异步驱动方案，提升调速与制动响应精度；配置变频张紧+张紧保护装置，动态保障皮带张力稳定；采用60°深槽5辊托辊组，增强物料夹持力以减少撒料；配备不锈钢盘式制动器，按0.1～0.2 m/s²减速停车，断电时实现二级制动；增设上带面阻尼装置、下带面线摩擦皮带机构成冗余防护，超速/断电时主动提供摩擦阻力减速；配套煤流均衡控制、智能探伤等10项智能系统，全链条防控飞车风险。适用于煤炭、矿山领域大倾角、长距离、高落差、重载频繁启停的散料下运输送场景，普通下运皮带机均可参照适配。

三、应用情况

该装备已应用于金桥煤矿回风暗斜井，运行稳定可靠，有效解决了下运皮带易飞车、急停物料下滑、撒料等问题，制动与防护系统响应及时，智能化功能降低了运维强度，输送安全保障能力大幅提升。该装备及配套防飞车方案适配性强，可广泛复制于各类矿山下运输送工况，对提升矿山输送安全水平具有重要意义，具备广阔的行业推广空间。





2.18 锂电池单轨吊智能驾驶系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：上海申传电气股份有限公司

一、基本情况

“灵犀智链”单轨吊无人化生态管理系统对现有锂电单轨吊模块化改造，融合激光雷达、AI视觉、UWB+Wi-Fi6多源感知，实现机车自主导航、避障与路径规划。系统联动自动道岔、风门、行人闸机，集成起吊称重、探轨防护、人员接近保护及锂电池电池箱整箱热失控监测与灭火防护，构建一体化安全防护体系。系统实时感知环境变化、动态评估行车风险，分级执行减速、急停防护，适应井下粉尘、大坡度复杂工况，实现设备全生命周期预测性运维，减人提效成效显著。该项目荣获山东省煤炭工业科学技术奖一等奖，可向井下其他运输装备及地下工程场景推广复用。

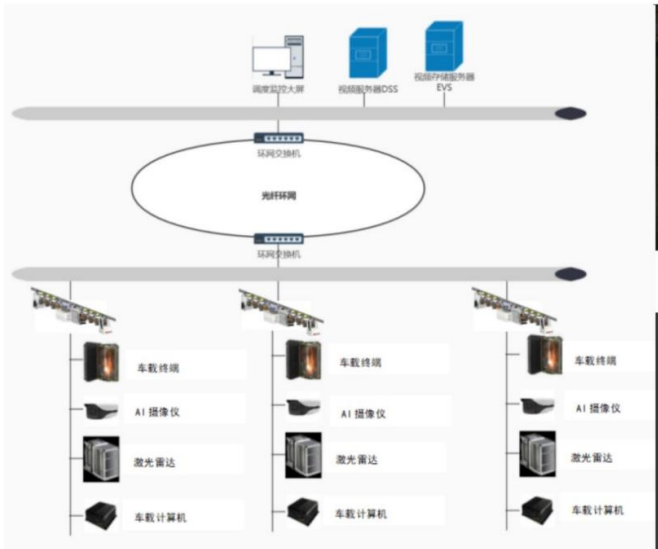
二、技术特点

本系统针对煤矿井下复杂运输工况，在现有锂电池单轨吊设备基础上实施模块化加装改造，依托多源感知融合、边缘计算、工业互联网技术，构建集智能驾驶、安全防护、数据闭环管理于一体的无人化生态管理体系。采用UWB全局定位、激光雷达点云匹配、AI视觉摄像仪紧耦合感知方案，通过Wi-Fi6工业环网完成数据传输；边缘计算单元对环境、机车状态数据实时解算，完成轨道识别、障碍物检测；结合GIS矿井地图实现自动路径规划，下发控制指令完成机车自动驾驶。系统打通与道岔、风门、行人闸机等设备的通信协议，依靠RFID信标实现定位补偿，完成设施自动联锁控制；搭载锂电池电池箱热失控监测与整箱灭火防护，通过多传感采集电池电压、温度、气体参数，识别热失控风险后启动整箱灭火处置。同时采集机车运行、称重、故障等数据，建立设备台账，开展全生命周期预测性运维。

三、应用情况

该系统用于阳城煤矿井下充填一采区。适配井下大坡度多变坡复杂路况，实现单轨吊精准定位、数据全量上传、远程起吊作业，完成与风门、道岔、信号红灯的一体化联动控制。项目实现显著减员增效，单班岗位大幅优化，年节约人工成本超百万元，辅助运输综合成本下降62.9%，运输效能显著提升，达成200天零碰撞、零掉道的安全运行纪录，构建起井下辅助运输智能化管控新模式。随着矿山智能化建设不断推进，该项目采用模块化改造，落地便捷。可面向全国各类煤矿快速复制推广，技术体系同样适用于井下其他轨道运输设备，还可延伸应用于各类地下工程，示范效应突出，具备广阔的产业化推广前景。

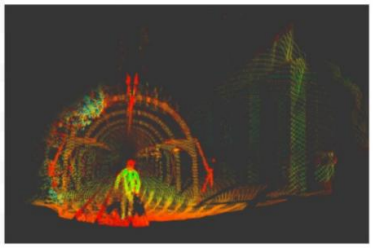






智能小车（上）

激光雷达避障点云图（下）



2.19 单元支架搬运机器人

申报单位：济宁市金桥煤矿

合作单位：枣庄新远大装备制造有限公司

山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

针对煤矿井下单元支架传统搬运模式劳动强度大、作业效率低、安全隐患突出等痛点，研发单轨吊配套DBY-8悬臂式单元支架搬运机器人。设备依托锂电/柴油单轨吊供给16 MPa液压动力与24 V控制电源，集成模块化液压驱动、24 V无线遥控、多自由度调节机构三大核心技术；整机额定载重5 t，货叉可180° 旋转，适配400~1590 mm宽幅单元支架，适应坡度≤15° 、通行宽度≥2 m井下巷道。经井上性能测试与井下工业试验验证，单次支架搬运循环时间压缩至21 min，现场作业人员由4人缩减至2人，人力成本年节约40万元~60万元。该装备实现单元支架起吊、平移、转运、落放全流程自动化，可广泛应用于各类井工煤矿顺槽辅助运输场景。

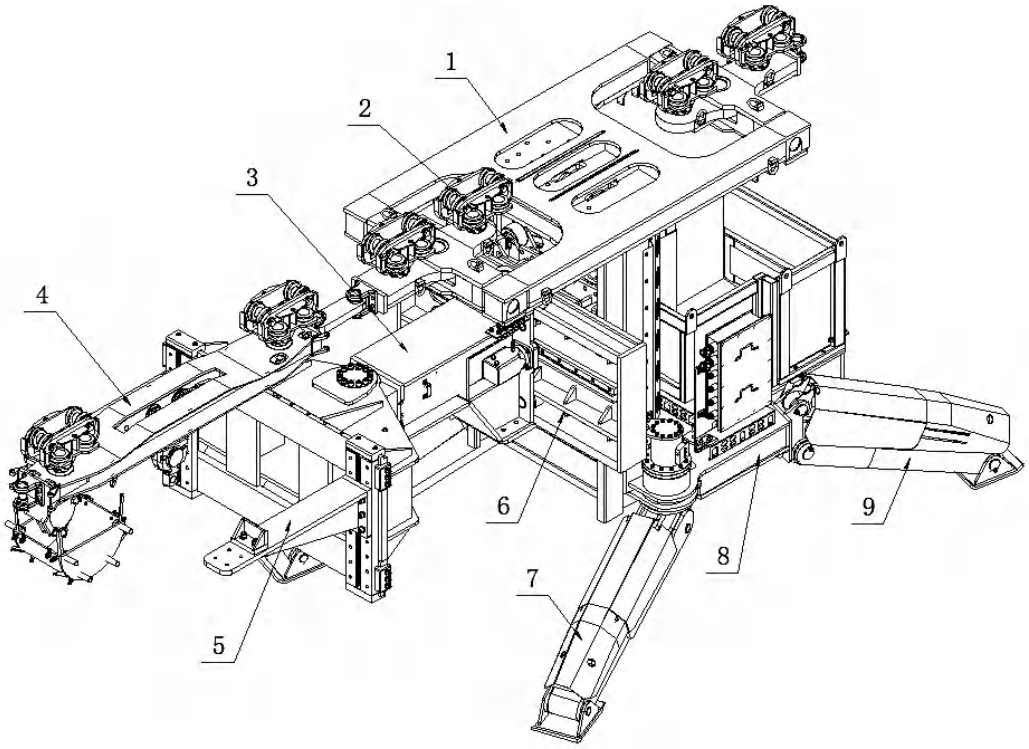
二、技术特点

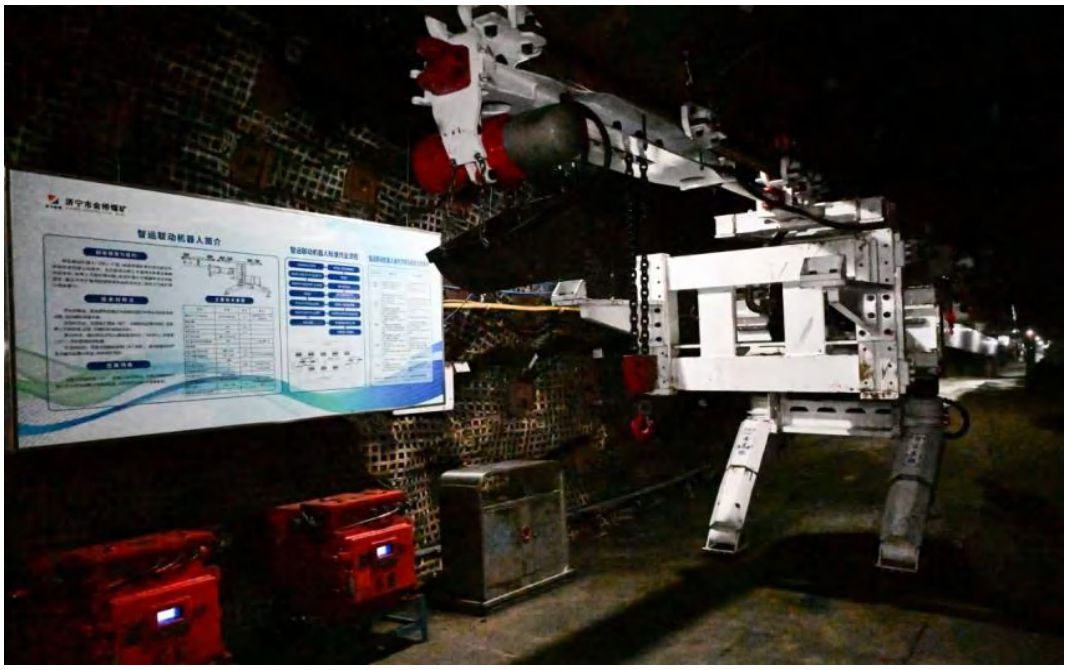
DBY-8单元支架搬运机器人采用分体模块化设计，整机由行走机构、提升机构、悬臂总成、平移机构、货叉总成、前后支撑支腿、辅助起吊梁、集成液压系统、无线遥控控制系统9大标准化模块构成。整机尺寸（支腿收缩）6020 mm×1700 mm×2410 mm，整机自重8 t；各模块采用标准销轴、螺栓连接，可拆分运输、井下快速组装，无需专用大型吊装设备，适配井下狭小安装空间。设备后端通过连杆与单轨吊机车铰接，前端搭配辅助起吊梁，整套系统随单轨吊沿巷道顶部轨道同步行走。

三、应用情况

DBY-8实现单元支架安装、运输、回撤全流程自动化，大幅缩短作业周期，减少人力与设备闲置，提升矿井生产效率，增加煤炭产量，直接创造经济效益。与单轨吊机车配套，无需独立动力和电气系统，

降低采购成本。稳定可靠的性能减少故障，降低维修支出；不占巷道空间，节省维护费用，长期为企业节省大量资金。该设备在矿井4312工作面试验成功，单班减少作业人员2人，作业时间缩减至21分钟，劳动效率提升45%，具有极为广阔的推广应用前景。





2.20 矿用隔爆兼本质安全型组合变频起动器

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

矿用隔爆兼本质安全型组合变频起动器是集隔爆壳体、多路变频、多路工频、保护、通讯、控制于一体的井下防爆驱动装备，设备可实现变频软启动、无级调速，有效减小电网与机械冲击，支持多电机同步、转矩均衡运行，单回路故障互不影响。该设备采用一体化模块化结构，占地小、布线简洁、防爆风险低。依托高精度协同控制技术，运行平稳、谐波抑制效果好，节能降耗、故障率低，支持远程集控与智能运维，满足煤矿智能化安全生产要求。

二、技术特点

矿用隔爆兼本质安全型组合变频起动器基于交直交变频调速原理与多机协同控制技术工作。设备通过整流单元将交流电转换为直流电，再经逆变单元输出可调压、可调频的交流电，实现电机平滑软起动与无级调速。同时采用模块化多回路组合架构，搭配主从转矩均衡控制算法，可对多台驱动电机进行同步调控，均衡设备负载，避免单机过载运行。同时设备集成多路工频控制及保护、漏电闭锁、过压过载、过热保护等闭环控制系统，故障状态下可快速断电闭锁，依托隔爆壳体与本安隔离电路，杜绝电气火花外泄。该设备适用条件针对性适配煤矿井下恶劣工况。环境方面，适用于含有瓦斯、煤尘等爆炸性危险气体的井下巷道，可在高粉尘、高湿度、温度0～40 ℃的工况下稳定运行。工况方面，主要适配煤矿皮带输送机、刮板输送机、井下水泵、风机等多点驱动设备。供电适配井下标准工频电网，支持井下集中控制、自动化组网场景，可满足设备低速检修、常态化输送、平稳启停等多种生产工况，是煤矿智能化安全高效生产的核心驱动装备。

三、应用情况

已在霄云煤矿应用，现场使用可实现多机负载均衡、启动平稳，有效降低了设备冲击、故障率与能耗，提升了井下安全生产水平。该

设备逐步替代液力耦合器、分体变频等传统设备，集成度高、安全性好、支持远程集控，适配煤矿智能化、绿色化升级方向，可满足新旧矿井改造及新建项目配套需求，性价比与适用性强，在煤炭智能开采领域具备良好的推广价值与广阔应用前景。





2.21 矿用锂电单轨吊“定位- 传输- 电池监护”一体化智能管理系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：上海申传电气股份有限公司

一、基本情况

该系统面向矿用锂电单轨吊，融合定位、数据传输、电池安全监护,构建“监测- 预警- 调控- 优化”全链条防护体系。依托5G/Wi-Fi6、CAN/485协议完成数据传输，采集单体电芯电压、温度、电流等参数，实现设备定位、充电机远程管控、故障多级预警，防范锂电池热失控风险。系统可开展电池全生命周期健康评估，自动生成各类统计报表，导出电子台账，智能推送检修计划。其先进性体现在AI异常识别、kHz级高频采样，可精准定位故障电芯，降低故障排查工作量，延长电池循环寿命，实现锂电单轨吊安全、可视化智能运维。

二、技术特点

锂电单轨吊“定位- 传输- 电池监护”一体化智能管理系统，技术原理采用设备层、数据层、应用层分层架构。设备层通过BMS硬件依托CAN、485通讯协议采集锂电单轨吊电芯电压、电流、温度、绝缘电阻等运行参数，同步获取设备定位信息，借助5G/Wi-Fi6网络将实时数据上传至物联网设备接入平台；数据层依托大数据中心与AI算法模型，以kHz级采样频率解析电芯时序特征曲线，结合热失控特征数据库、动态阈值算法识别电池异常状态；在应用层实现数据可视化展示、设备远程控制、预警处置以及电池全生命周期健康评估，形成“监测- 预警- 调控- 优化”的闭环管理模式。系统适用条件面向煤矿井下矿用锂电单轨吊类防爆锂电池装备，适配井下复杂防爆作业环境，可对接现场现有BMS、充电机硬件，支持PC后台及第三方接口接入。

三、应用情况

主要应用于井下各地点锂电池单轨吊机车及单轨吊充电硐室。一体化智能管理系统投入应用后，可提前识别锂电池安全隐患，有效防

范电池热失控、起火爆炸事故，故障可视、设备可定位，大幅降低锂电池故障排查工作量。通过锂电池全生命周期健康评估，有效提升电池循环次数与设备续航里程，可远程管控充电机，自动输出检修计划，生成标准化电子台账，实现井下锂电装备智能化运维。随着矿山智能化建设持续深入，井下装备数字化管控已成为行业重要发展方向。





2.22 矿用隔爆兼本质安全型高压减速永磁同步变频调速一体机

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

该装备集变频器、永磁电机、减速装置于一体，结构紧凑，适配井下狭窄空间。核心特点：起动转矩大（较异步机提高15%以上），起动电流小，可实现重载软启动。先进性在于永磁电机转子无铜耗，功率因数高（可达0.96以上），系统效率显著提升，节电率较异步机提高30%以上，支持智慧矿山通讯接口，满足智能化升级需求。

二、技术特点

采用轴向磁通永磁电机、高压变频器、减速机构一体化集成设计，取消传统联轴器、液力耦合器；高压直接进线，内置隔爆兼本安防爆结构，将变频控制、永磁驱动、减速传动融合一体，缩短功率回路，抑制长电缆谐波尖峰，实现无级调速与重载软启动，配套智能监测接口，可接入智慧矿山平台。整机体积重量大幅缩减，功率密度高；启动转矩可达额定2.2倍，启动电流小，节能效果显著；模块化可拆分结构，运维工作量低；隔爆外壳+本安控制回路，满足井下防爆安全；具备多机主从功率平衡、故障预警功能，电磁干扰小。适用于煤矿井下有瓦斯、煤尘爆炸危险环境，空间狭小综采工作面；配套刮板输送机、皮带机、乳化液泵站；支持井下电压波动工况，可长距离供电，替代传统“电机+减速器+变频器”分体驱动系统。

三、应用情况

该一体机已在朱家峁煤矿落地应用，配套刮板输送机、转载机使用，替代传统“电机+减速器+变频器”分体驱动。现场应用显示：系统传动损耗降低，同等工况下效率提升约10%，节电效果明显；传动部件减少，故障率显著下降，运维工作量与维保成本降低，减轻井下作业人员劳动强度。适配窄空间综采工作面，实现井下驱动系统减人、增安、提效，已作为矿山智能化推荐装备推广应用。





2.23 架空乘人装置AI智能识别系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：山东万泰公司

一、基本情况

本系统基于卷积神经网络实现架空乘人装置运输现场人员违规携带违禁物品预警。本项目将卷积神经网络技术、边缘计算技术、数据库技术以及系统融合技术融为一体，实现了现场级图像采集、边缘计算、报警处理、信息共享以及与现有的广播系统融合，集传感、检测、识别、判决、留存、预警以及教育于一体。

二、技术特点

采用卷积神经网络检测架空乘人装置员工违规携带物品的风险;变传统架空乘人装置的被动保护为主动预警，是一种主动安全防护;对于煤矿井下架空乘人装置工作现场，有针对性地建立违规物品数据集，该数据集具有可扩展性，不仅解决了当前生产中的违规物品的归类，对于未来可能出现的违规物品，依然可以扩展；可在地面调度室或在手机端远程监控架空乘人装置的报警图片以及实时分析视频；融合现有的煤矿IP扩播系统，借助IP扩播系统播放警示语音，提高矿井信息的融合度。

三、应用情况

已应用于山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿，以预警区别于传统的安全保护，能够起到主动安全的作用。传统的安全保护是在出现问题之后，以紧急停车为代价，停止系统工作。架空乘人装置是煤矿工人到达工作场所的主要运输手段之一，一旦猴车停止运行，必然导致人员到达工作位置不及时，从而导致生产不连续。因此建立基于人工智能的预警系统能够在事情发生前提醒工人不要携带导致停车的违规物品，从而避免影响运输的事故发生。架空乘人装置AI智能识别系统安装运行后，通过对现场违规携带物品乘坐架空乘人装置下井行为的预警，告知员工什么情况下携带何种物品下井是违规的，通过

循环播放违规物品携带的报警图片从而达到杜绝员工违规携带物品乘坐架空乘人装置的现象，取得了显著的成效。



2.24 矿用隔爆兼本质安全型高压变压永磁同步变频调速一体机

申报单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

一、基本情况

该装备集变压器、变频器、永磁电机、减速机于一体，实现10 kV高压直接进线，淘汰“减速机+电机+软启动”分体模式。采用永磁直驱技术，具备2.2倍以上重载启动能力，动态功率平衡度>98%。省去减速机与输出电缆，消除谐波干扰，维护成本大幅降低。

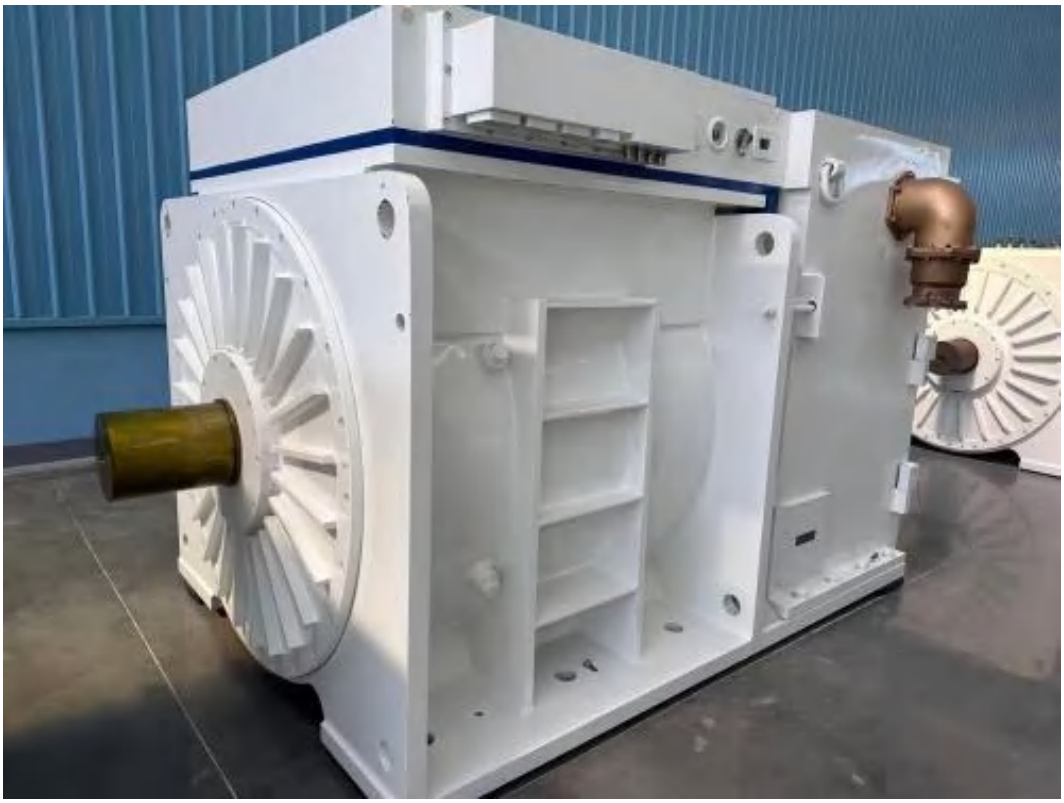
二、技术特点

采用“10 kV进线+变频+永磁电机”架构，省去减速机。三相10 kV交流电经高压变压整流为直流，经逆变单元驱动电机，实现高压驱动。永磁转子无需励磁电流，无转子铜损，控制实现重载软启动与无级调速。适用于煤矿井下有甲烷、煤尘爆炸危险环境，海拔≤2000 m，环境温度-15 ℃～+40 ℃，相对湿度≤95%。主要配套刮板输送机、带式输送机、转载机、乳化液泵站等综采设备。永磁直驱取消减速机与软启动装置，系统效率提升10%～20%，节电率较异步机提高30%以上。起动电流较异步机小15%，起动转矩提高15%以上，可实现2.2倍额定转矩重载起动。无减速机油、液力耦合器耗材，故障率下降50%，免维护周期长。

三、应用情况

当前煤矿智能化建设加速推进，传统分体式驱动系统占地大、传动环节多、能耗高、运维繁琐，市场替代需求旺盛。本矿用隔爆兼本安高压变压永磁同步变频调速一体机集成度高、节能显著，适配综采工作面主运输皮带，乳化液泵站等核心装备，契合井下减人增安、降本增效的发展方向。随着国内煤矿智能化改造持续扩容，老旧矿井驱动系统更新、新建智能工作面项目持续落地，该一体机具备广阔市场空间，可向非煤地下矿山延伸推广，为井下输送装备智能化升级提供核心驱动方案。





2.25 钢丝绳张力监测系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：唐山东润自动化工程股份有限公司

一、基本情况

该装置通过信号采集、图像处理、数据计算实时监测提升钢丝绳的载荷变化情况，有效判定提升容器的装卸载情况，预防提升容器超载事故的发生，提高矿井提升工作的可靠性和安全性。该装置避免提升钢丝绳受力不均引起个别钢丝绳的过载（失衡）破坏，及时发现钢丝绳的失衡和松绳故障，可及时采取有效措施，预防此类安全事故的发生，提高矿井提升工作的安全性。通过实时监测提升容器的载重值，判断容器载重是否超过最大张力差，避免下大件时张力失衡事故的发生。

二、技术特点

钢丝绳张力监测系统搭载分辨率2448×2048、ROI帧率可达200 fps的工业相机，高精度、高速度捕捉钢丝绳动态，可识别1 mm微小位置变化；通过图像处理实现钢丝绳与背景分离、快速定位，保证图像处理时长小于图像采集间隔，经平滑滤波保障图像及采集数据的完整性，实现多帧波段连续无跳变、特征值稳定准确；系统记录钢丝绳摆动波形并转换为频域图谱，完成多维度特征提取，对特征区段进行曲线拟合，结合井深、钢丝绳参数、补偿系数、提升速度、运行工况等多参数建立计算模型，运算得出以吨为单位的钢丝绳实时张力值。本装置适用于煤矿、非煤矿山多绳摩擦式立井提升系统，可在井筒粉尘、潮湿、振动、光照不均的工况环境下工作；现场能够提供工业相机安装空间与稳定安装基座，提升过程中钢丝绳摆动区域无遮挡，具备系统供电及数据传输条件，可适配不同井深、不同绳径的提升钢丝绳，新建及在役提升机均可安装改造，满足正常升降、启停、装卸、静止等全工况张力检测要求。

三、应用情况

已应用于阳城煤矿，通过机器视觉技术实现对钢丝绳张力的实时精准监控，将检测误差控制在0.5吨以内，从源头有效预防“二次装载”“卡罐”“坠斗”等重大事故。此次成功应用，为阳城煤矿的安全生产提供了科技保障，也为同行业的智能化升级提供了有益借鉴。



2.26 架空乘人装置保护精准定位及数据传输系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：株洲天成自动化设备股份有限公司

一、基本情况

本系统为矿用架空乘人装置专用电控新装备，主要由KXJ- 127(A)矿用隔爆兼本质安全型电气控制箱、矿用本质安全型电气操作台、矿用隔爆兼本安型声光信号器三大核心设备组成，配套上位机监控软件，适用于煤矿及非煤矿山斜井、平巷架空乘人装置的自动化控制。系统沿架空人车巷道沿线布放本安型声光信号器，采用光纤通信替代传统电缆布线，集语音预警、故障语音播报、打点对讲、调度通话、沿线保护信号采集传输于一体，能够对越位、全程急停、变坡点掉绳、防脱绳、张紧力下降、张紧行程限位等各类保护故障实现精准点位定位，解决传统长距离电缆传输信号干扰大、误保护、对讲杂音大、布线繁杂的行业痛点。

二、技术特点

矿用架空乘人设备电控装置主要由KXJ-127(A)矿用隔爆兼本质安全型电气控制箱、矿用本质安全型电气操作台、矿用隔爆兼本安型声光信号器等组成。架空乘人装置沿线布设声光信号器，实现架空人车沿线开车语音预警，运行保护故障语音播报，打点、对讲、远程调度通话等。声光信号器同时具备沿线保护信号的采集并通过光纤传输给控制箱。实现沿线越位、全程急停、变坡点掉绳、防脱绳、张紧力下降、张紧行程限位、掉绳等保护的精准定位，保证架空人车的安全稳定运行。本装置适用于煤矿或非煤矿山的架空人车控制系统。可在含有瓦斯、煤尘爆炸性危险、潮湿、多粉尘、强电磁干扰的巷道环境中工作；架空乘人装置巷道沿线可布设声光信号器，保证架空人车安全稳定地运行。

三、应用情况

已应用于煤矿架空乘人矿山斜井和平巷架空乘人装置控制。解决传统长距离信号干扰大、频繁误报保护、远距离通讯对讲杂音大等问题。且保护语音分开走线，线路众多、繁杂。采用光纤通讯能保证远距离信号传输的稳定性与实时性。能有效解决沿线干扰大，故障点多等一系列问题。能有效提升设备的整体安全性能。随着矿山智能化建设不断推进，架空乘人装置远程控制，无人化已成为行业发展方向。该装置有效解决传统电缆故障率高、远程通讯等难题，适配新旧矿井改造项目，安装便捷、兼容性强，安全效益与经济效益突出，可广泛应用于煤矿及非煤矿山架空乘人装置控制，市场需求量大，具备良好的示范作用与广阔的推广应用前景。







2.27 矿用防爆制冷装置

申报单位：北京鑫源九鼎科技有限公司

一、基本情况

该装置主要用于煤矿井下降温及改善作业环境，具备制冷效率高、运行稳定、操作简便和维护方便等特点。装置采用防爆结构设计，配有温度监测、压力保护及故障报警功能，可适应井下高温、高湿、粉尘等复杂环境。其先进性体现在智能控制、节能运行、模块化设计及多重安全保护，可有效提升矿井降温效率和作业安全水平。

二、技术特点

该矿用防爆制冷装置是针对煤矿井下采掘工作面及隧道高温、高湿环境研发的专用降温设备，可固定安装，也可随巷道掘进移动使用。装置采用压缩式制冷原理：压缩机将低压气态制冷剂压缩为高温高压气体，经冷凝器放热液化，再通过膨胀阀节流降压，进入蒸发器吸收井下空气热量，实现降温目的；冷凝热则通过循环冷却水输送至回风巷冷却器排出。装置主要由防爆制冷主机、蒸发器、冷却器、循环水系统及智能控制系统组成，采用环保型R134a制冷剂。蒸发器与矿用防爆局部通风机配套工作，将处理后的冷空气送至作业区域；冷却器采用风冷与喷淋蒸发相结合的方式强化散热。系统配置PLC、彩色触摸屏及温度、压力、压差、流量等传感器，可实时显示运行参数、存储故障信息，并在异常情况下自动报警停机，支持数据上传和远程监控。该装置结构紧凑、重量较轻，便于井下运输、安装和检修；换热器采用压扁蛇形紫铜盘管顺风流设计，具有换热效率高、通风阻力小、易清洗等特点。设备外壳及金属表面经防腐处理，具有良好的防尘、耐高温和耐腐蚀性能。适用于具有煤尘、瓦斯爆炸危险且存在热害问题的矿井，但安装地点须具备相应供电、通风、冷却水、排水及运输条件，并应按照煤矿安全规程和设备技术要求运行维护。

三、应用情况

已在国内应用近200套，地点包括宁煤集团及永煤集团陈四楼、车集、顺和煤矿、沙岭金矿、金桥矿等。设备运行稳定，降温效果良好。装置用于井下采掘巷道和工作面，可固定或随掘进移动，能降低高温高湿环境空气温度，改善作业条件，减轻矿工热害风险。随着煤矿开采向深部延伸，热害治理需求将持续增长。产品具备矿安资质、移动灵活等优势，在深井、金属矿山和隧道施工领域具有广泛推广前景。





2.28 高效离心式压风机在矿井中的应用

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：复盛易利达（上海）压缩机有限公司

一、基本情况

随着充填开采、智能分选设备应用及矿井风动设备的不断增加，螺杆式压风机的局限性逐渐显现。其耗电量大、维护成本高、气压控制不精准等问题，制约了矿井的安全高效生产。离心式压风机具备高功率输出和稳定的运行状态，能够满足矿井高强度作业的压风需求，具有高效率、高可靠、易用性等优点，同时采用高压软启动，更加节能高效。

二、技术特点

优化叶轮设计，可提供最佳的运行效率，最优的级间压比分配和高效的级间冷却，可最大程度降低能耗，后倾式叶轮设计，可实现高效控制并获得最佳流量，根据管网压力自动调节输出比。主要部件均非易磨损的滑动件或摩擦件，回转部件上均无易脱落的涂层。机组优化设计，实现了外部连接的数量最少，零部件紧凑的布置，使基础和整个机组所占空间最少，机组自带本机控制柜，控制系统菜单的设计易于使用，各种操作选项简单明了。

三、应用情况

已应用于山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿。离心式压风机高速回转的叶轮和先进的扩压器设计，故障停机率降低50%以上，效率提高20%，一台离心式压风机可以代替两台螺杆式压风机。离心式压风机采用高压软启动，减少对电网冲击，在启动过程中节省电能30%。离心式压风机排气量大、运行稳定、振动噪声低，适合矿井集中供风需求，在大型煤矿压风系统推广前景良好。其能效优于传统活塞机，可降低矿井用电成本，配套智能监测后便于远程管控，满足煤矿安全生产标准化要求。随着矿山智能化建设推进，在大型矿井、新建矿井

替换老旧压风设备方面空间较大，配合余热回收技术，节能效益进一步凸显，将成为煤矿压风系统升级的优选机型之一。



2.29 副井提升称重防超载系统的应用

申报单位：汶上义桥煤矿有限责任公司

合作单位：唐山东润自动化有限公司

一、基本情况

针对煤矿副井提升超载、罐笼井下通讯不可靠难题，集成称重防超载与罐笼智能通讯两大模块。采用多传感器融合动态称重技术，动态称重误差≤±0.5%。称重传感器安装在轨道断面处，在轨道上断开与传感器相同长度的断面，把传感器安装到断面处，当矿车行进称重位置超载时自动报警提醒。可实现载荷在线监测、故障预警、应急通讯，有效防范坠罐、断绳等重大提升事故，已在义桥煤矿副井开展工业试验，安全效益显著。

二、技术特点

称重防超载模块融合应变片、激光测距、惯性测量单元多传感器，实时监测矿车的重量，匀速动态称重准确度±2%，识别超载故障后，硬接点直接声光报警。变速动态称重准确度±3%，静态称重准确度±1%，实现对“超重”物料的检测，以便安全地提升或者下放，并累计出每班或每天的装运或提升重量，及时了解矿车重量。该系统能实现匀速动态称重准确度达±1%，并具备矿车计数与自动校正功能，同时利用AI智能工业摄像仪前端分析，在车辆进入罐笼前，对车辆进行尺寸测量，如果车辆的尺寸达到并超过系统所设车辆尺寸的最大值的时候，系统将输出语音、可见光报警，并输出报警信号。超限AI识别报警系统能够对摄像机所拍到的视频画面进行实时分析，为防超载提供了实时、准确的数据基础，适用于各类煤矿立井副井提升智能化改造。

三、应用情况

已应用于汶上义桥煤矿副井提升系统，完成设备安装调试及工业性试验。实时监测矿车的重量，并累计出每班或者每天的装运或提升重量，其主要作用是对车辆重量进行测量，尤其是重载车，如运送综采支架的平板车等，防止因过重造成提升的安全事故。同时通过AI视

频监控双重监测方式更加准确判断“超长、超宽、超高”车辆，降低钢丝绳、制动系统损耗，超载相关事故率预计降低90%，适合国内各类煤矿立井副井推广应用。





2.30 低矮型支架拖车

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：山东鲁新重型装备有限公司

一、基本情况

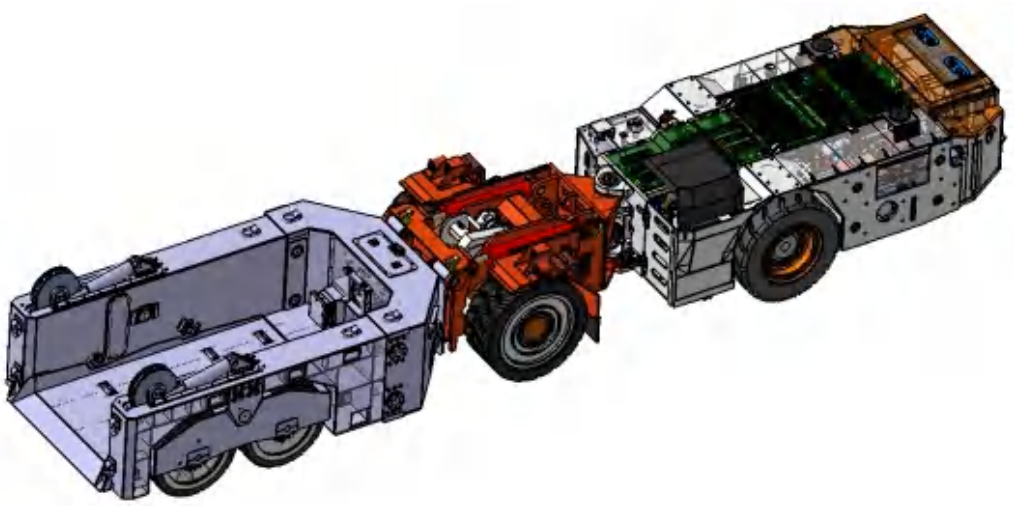
WBQ-50TU支架拖车，针对小断面架棚巷道研发，外形尺寸5200×3000×2000 mm，可分体拆解适配罐笼下井，额定承载50 t。配备八轮独立悬架、回转铰接自适应转向、液压自装卸、360° 全景视频监控，适配井下起伏巷道。可配合现有铲板车完成支架转运，取消绞车拖拽作业，解决窄巷道支架运输通行难题，运输效率显著提升，具备良好安全及推广价值。

二、技术特点

采用分体模块化车架设计，回转支承铰接结构实现车架自适应左右扭转；八轮独立悬架均布承载，降低接地比压；依托液压油缸实现支架自主装、自锁固定；全景视频监控消除行车盲区，与矿井现有WC40E铲板车匹配牵引，完成重载液压支架转运作业。适用于净宽≥4 m、净高≥2.5 m架棚支护小断面煤矿井下巷道，巷道坡度≤±8° 。装备分体模块化，能够拆分模块进出罐笼，井下再组装；整机重载50 t工况经有限元仿真校核，抗扭转、抗弯曲性能满足井下重载要求；配套机械自锁机构，防止运输过程支架滑移，全程可实现无绞车大件转运。

三、应用情况

已应用于兖矿能源东滩煤矿43下01小断面架棚巷道。拖车配合极简钢轨路面开展工业试验，支架单日运输能力由5组提升至8组，运输效率提升60%，消除绞车钢丝绳拖拽高危工序，适配小断面巷道支架安撤运输。装备可适配薄煤层、架棚支护小断面矿井，复用矿井现有铲板车，无需采购昂贵专用搬运车，大幅降低设备投入，在同类煤矿具备广阔推广应用前景。



2.31 可靠性煤矿架空乘人装置

申报单位：贵阳高原环宇矿机制造有限公司

一、基本情况

高可靠性架空乘人装置对传统的架空乘人装置的安全可靠性进行了升级，主要如下：把提升机的盘式制动器及液压控制系统（多级制动/恒减速制动）应用到了架空乘人装置上面，且闸间隙可实时检测和上传；电动机与减速箱之间联轴器更换为蛇形弹簧联轴器，主机减速箱与驱动轮之间采用通轴通键直联加逆止器结构；电控系统升级为双PLC控制，一用一备，互相监视；应用钢丝绳制动装置；速度检测采用更可靠的轴编码器，且采用双线制；电机、减速机、主轴均设置温度和振动保护等。

二、技术特点

驱动装置采用空心轴减速机结构，主轴和减速机为通轴通键连接；驱动轮下方设有轴承座支撑主轴，有效减小主轴弯矩与设备负荷，且自带机械断轴保护功能；高速轴联轴器采用蛇簧联轴器，其优点为：强度高、减振性好，噪声低，润滑好，其承受变动载荷范围大，允许有较大的安装偏差；减速机上安装非接触式逆止器，杜绝设备反转；安全制动器由传统的液压轮边制动器升级为盘式制动器，具有如下优势：制动更为平稳、均匀；防渗漏更为可靠；正压力传递方式由传统力臂式升级为垂直上下，制动接触面积更大更可靠；残油收集更为可靠；闸间隙调整更为方便快捷；闸间隙监测更为简单可靠；液压制动系统升级为多级制动/恒减速制动方式，具有如下先进性：通过多级油压控制盘式制动器实现多级制动；避免了传统的流量型压力调节，采取速度调节以实现恒减速制动效果；系统具有保压功能，油泵电机不需长时间工作；具有多通道安全液压控制功能；实时显示制动油压并具备超压保护功能；配双套电机及油泵，一用一备，可在操作台进行切换。电控PLC系统升级为双PLC控制，互为备用，在操作台上设有转换按钮；速度采集使用高速轴编码器，采集速度更为精准，且能够识

别运行方向。系统采用两个轴编码器，分别采集驱动轮速度和钢丝绳速度。两个速度进行对比，同时实现过速、欠速、打滑、反转等保护功能；安全保护系统对减速机、主电机、主轴均设置振动、温度保护，信号采集至PLC，实时监测驱动装置运行平稳情况；盘式制动器设置闸间隙检测。使用位移传感器，实现闸间隙的实时监测，其数值可以在操作台上显示。当闸间隙超标时，系统自动报警停车，提醒检修，以保证制动力符合要求；应用钢丝绳制动装置，在设备发生钢丝绳飞车、断轴、反转等故障时，系统控制钢丝绳制动装置动作，对钢丝绳进行抓捕和制动。

三、应用情况

已广泛应用于山东能源集团各大矿井，如枣矿集团柴里煤矿、田陈煤矿、新安煤业、蒋庄煤矿；新矿集团华丰煤矿、长城五矿、长城六矿、榆树井煤矿；鲁西矿业彭庄煤矿、鲁西煤矿、白庄煤矿；西北矿业亭南煤矿；兖矿能源南屯煤矿、天池能源等。其安全可靠性能较传统的架空乘人装置有较大提升。目前国内中小型煤矿仍使用架空乘人装置作为人员的主要运输方式，设备存量较大；且架空乘人装置是煤矿的重点危险源，已纳入重点设备管理，安全可靠性也亟待提高。因此，高可靠性架空乘人装置具备良好推广应用价值。



2.32 煤矿立井提升用电智能监测分析系统

申报单位：精英数智科技股份有限公司

合作单位：国家矿山安全监察局山东局

山东丰源远航煤业有限公司北徐楼煤矿

一、基本情况

本系统针对箕斗提升型煤炭企业，采集提升机电流实时数据并开展深度分析。基于物联网感知、大数据分析手段，融合箕斗基础参数搭建产量计算模型，依靠电流特征判别箕斗空载、满载提升工况，自动完成矿井产量计量。系统可持续对电流波形、启停特征进行解析，区分正常提升、空载运行、超载等不同工作状态，实时统计单次提升煤量，自动汇总班次、日、月产量，有效解决传统人工计量效率低、数据滞后、人为误差大等问题。

二、技术特点

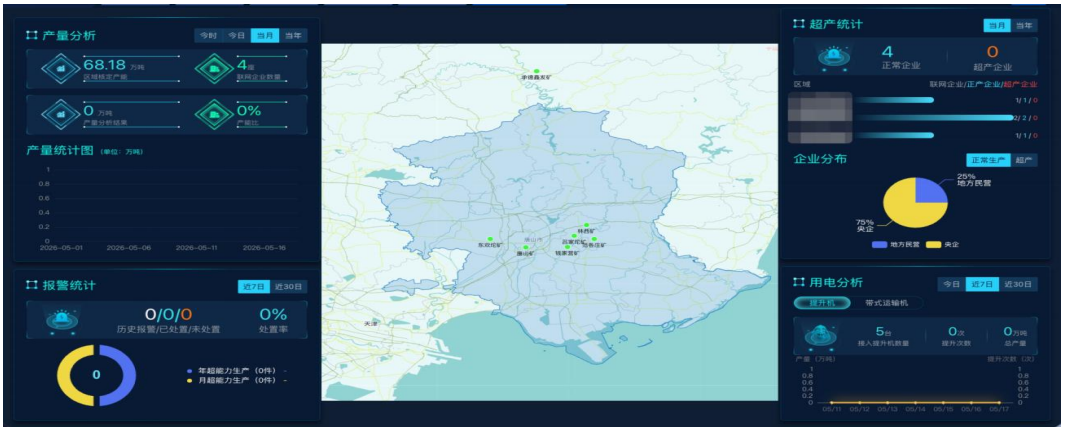
系统依托物联网采集提升机电机实时电流时序数据。箕斗提升机在启动、加速上升、匀速运行、减速停止全过程中，提升机用电电流呈现明显差异化特征；利用大数据分析与波形特征识别技术，精准识别提升过程的空、满载状态。电流变化与箕斗载荷强相关，箕斗空载、满载上行时，电流波形幅值、变化趋势存在显著区别。对电流数据降噪、提取特征，结合箕斗自重、容积、额定载荷等固定参数搭建载荷反演模型，无需新增井下称重设备，依靠电机电流间接反演煤炭产量，实现提升工况在线感知与产量智能核算。适用于煤矿企业及监管监察单位。面向煤矿企业提供多维度出煤量统计数据，支撑矿井生产调度与产能管控；为监管监察单位开展超能力生产远程监管提供可靠技术手段，实现矿井产量动态监测与非现场核查。

三、应用情况

该系统已覆盖山东、河北全省箕斗提升矿井，在不干预煤矿原有生产控制系统情况下，有效支撑煤矿超能力生产非现场监管。系统部署便捷、改造投入小，可复制性强，可向全国范围内立井箕斗提升煤

矿推广，助力矿山安全生产监管数字化建设，防范超能力生产带来的安全风险。





2.33 智能感知设备在35 kV外线供电线路中的应用

申报单位：济宁市金桥煤矿

一、基本情况

本项目针对金桥煤矿35 kV外线供电线路（架空线金桥一线、地埋线苏矿线）受天气、周边环境及地下潮湿水害影响大的问题，引入智能感知系统，集成太阳能无线温度传感器、倾角传感器、电缆井智能监控装置、无线数据站及线路视频监控五大模块，实现线路运行状态及周边环境全方位、全时段动态监测与预警，做到异常早发现、早处置，保障矿井供电安全可靠。

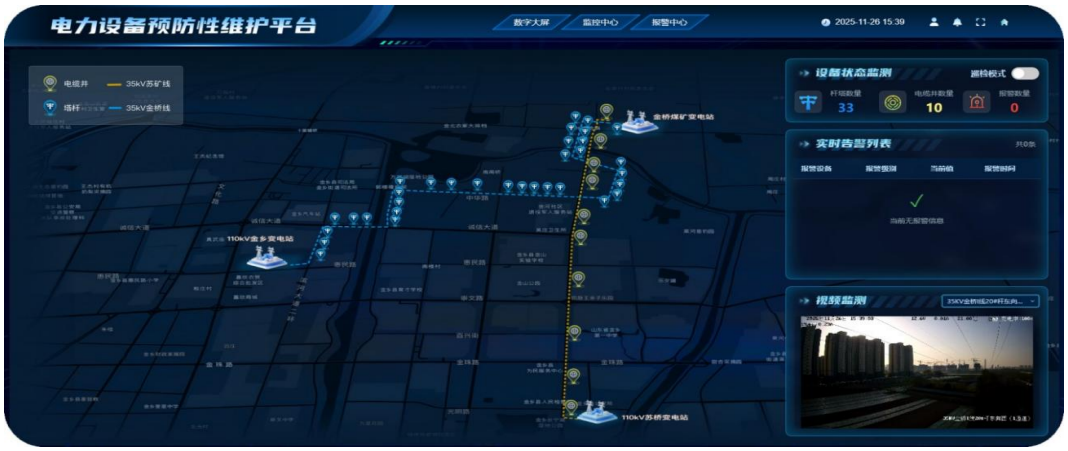
二、技术特点

系统采用“前端感知—无线传输—后台监控”架构，构建多维度线路监测体系。太阳能无线温度传感器：超低功耗设计、太阳能供电，解决高空、高电压状态下线路接头温度测量难题，采集数据通过射频通讯实时传输至监控终端，实现不间断自动温度监测。太阳能无线倾角传感器：超低功耗、太阳能供电，精度高、磁性安装方便，实时监控杆塔倾角大小及地基稳固情况，及时预警杆塔倾斜风险。防水型电缆井智能监控装置：实时监测电缆井内接头温度、水浸、液位数据，通过4G/5G上传后台，支持阈值设定与超值报警，避免水淹、超温事故。线路视频监控系统：高清摄像机安装于杆塔直线段，全方位采集线路通道及周边环境视频，对异物入侵及异常情况实时监控报警。适用于35 kV及以下架空线路、地埋电缆线路运行状态监测，尤其适合线路走廊复杂、人工巡检难度大的矿山企业外线供电场景。

三、应用情况

已应用于金桥煤矿35 kV外线供电线路，覆盖架空线金桥一线及地埋线苏矿线电缆井。实现了线路温度监测、通道环境监控、杆塔倾角监控及电缆井水位、接头温度实时监测与超阈值报警，有效避免了接头超温、水淹等供电事故，保障了矿井连续可靠供电。系统安装便捷、

免外接电源、维护成本低，可广泛推广应用于各类井工煤矿及非煤矿山外线供电线路的智能化监测，市场前景广阔。







2.34 煤机设备在线监测与故障智能诊断系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

系统主要解决工况监测、异常识别、异常智能诊断以及异常维修等问题，具有润滑油污染度在线检测、智能注油、多信息（振动、温度、压力等）融合监测等功能。系统内嵌“一机一方”保姆式故障诊断策略模型、多信息融合诊断模型以及基于边缘计算的实时诊断等技术，形成煤机设备在线监测与故障智能诊断的一体化解决方案，用户能够及早发现设备隐患，提高设备运行效率及预知维护水平。

二、技术特点

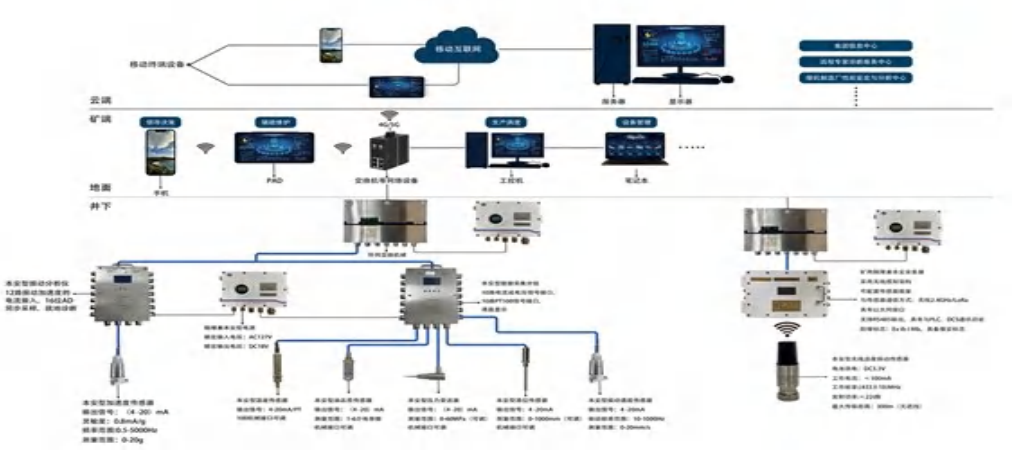
系统适用于煤矿关键设备、无人值守等应用场景，包括在线监测与故障诊断、自动注油、润滑油多参数监测等功能，技术特点如下：基于边缘计算的实时诊断技术。采用450 MHz主频DSP嵌入式技术，内嵌轴承振动信号降噪和故障特征提取方法，实现就地故障诊断与显示结果，诊断响应时间不大于5秒。多信息融合专家智能诊断技术采用模糊规则构建设备专属故障诊断模型，实现煤机设备故障综合诊断分析；润滑油污染度在线检测技术，采用电容检测的原理，通过监测润滑油介电常数的变化反映油液水分含量、酸化、氧化、金属磨屑、粉尘污染等各种因素导致的润滑油综合污染程度，给出润滑油污染报警信息，为润滑油更换和管理提供依据；煤机设备健康评价与维护管理技术，根据不同设备参数与设备健康状态的相关性，定量化地描述设备的健康状态，找出设备薄弱环节，根据视情维修相关理论，实现设备监测、诊断、维修管理一体化设备维护策略。基于点对点的智能润滑技术，采用单点控制技术实现单个润滑点定量供油，能够定期、定量、定点、按需注油，实现异常注油报警及检测。

三、应用情况

已应用于山东能源集团鲁西矿业有限公司李楼煤业有限公司，并在全国50多个大型煤矿推广。系统可以有效地识别出设备异常，并准确诊断出异常部位、原因，为设备维护提供数据支撑。系统技术体系成熟，能够适配井下胶带机、水泵、刮板机、乳化液泵等多种应用场景，契合《煤炭工业发展“十五五”规划》的相关要求，具有良好的推广应用前景。







2.35 高精钢丝绳损伤智能检测仪器与装备

申报单位：武汉喻远智能检测有限公司

合作单位：华中科技大学

一、基本情况

该装备可满足国家矿山安全监察局山东局、山东省应急管理厅、山东省能源局关于提升钢丝绳全长日检工作的要求，实现钢丝绳全长日检（断丝、径缩和锈蚀等损伤）和出具真实可靠的检测报告。该装备拥有全自动动作检测、实时报告输出、实时绳上损伤标记、远程手机预警、远程集中智慧平台监测预警管控等功能；具有高精度（内外断丝≥1根、径缩≥2%、锈蚀≥轻中度）、高可靠性（损伤探出识别准确率≥98%）、全自动化、多功能和智能化等特点，有效促进矿山的增安、增智、提效和减人的目标建设。

二、技术特点

本装备已列入2024年国家矿山安监局《矿山安全先进适用技术及装备推广目录》，有别于被新国标删除的剩磁/弱磁/磁记忆钢丝绳检测技术装备（有流入矿山案例），检测传感器采用国家标准GB/T 21837—2023《铁磁性钢丝绳电磁检测方法》和矿山行标KA 62—2026《金属非金属矿山在用设备安全检测检验规范提升系统钢丝绳》中明确的钢丝绳漏磁（也叫强磁）无损检测技术原理，也即：损伤探测传感器采用磁激励单元饱和磁化被检钢丝绳，激发出损伤漏磁场，与此同时一体化的磁感应单元捕获该漏磁场并转换为电信号，经全空域多通道数据融合采集、大样本绳股降噪处理及大模型AI智能分析识别，输出损伤检测报告，最后可通过远程手机APP短信预警和远程集中监测预警平台预警。多个损伤探伤传感器及后续处理模块等集成为多绳探测装备，安装在提升/运输机不同位置处，配合不同的检测装备系列，完成绳的全长检测，并出具真实可靠报告。该装置的核心技术有：低能高效饱和电磁激励、高精/超距电磁耦合传感、多自由度自适应随动低噪声扫描、全空域多通道数据融合采集处理、大样本绳股/振动降噪、损伤AI

智能分析与识别、多终端远程智能检测管理和多功能高可靠性系统集成装备等。该装备有不同类型，例如全自动固定式、手持式、自主爬行式和远程预警管理平台，可协同工作完成矿山摩擦式提升机、缠绕式提升机、架空乘人装置等各类矿山提升运输钢丝绳的全长检测并出具真实可靠报告。

三、应用情况

该装备已正常应用于三峡工程（升船机，φ74 mm，256根）、金川集团（二矿区、龙首矿）、中煤集团（大海则煤矿）、神火集团（梁北矿等）、白银有色（厂坝铅锌矿等）、开滦集团（钱家营矿等）、山东黄金（新城金矿）、山东天安矿业、山东能源集团（山东新巨龙煤矿等）、金诚信矿业、铜陵有色等单位。达到了增安、增智、提效和减人的应用效果。



2.36 框架式破碎站

申报单位：山东康格能源科技有限公司

合作单位：河南国新智能科技研究院有限公司

一、基本情况

框架式破碎站是面向矿山开采、煤矸石破碎及固废处理领域的核心成套设备，采用一体化框架式集成布局，配置2PC1416双级锤式破碎机、单层振动筛、五条输送皮带及标准化检修平台，可连续完成破碎、筛分、输送全流程作业。其先进性体现在四个方面：一是模块化快速安装。免基础设计、框架式结构，4人一周即可完成安装调试，大幅缩短建设周期。二是闭环高效工艺。物料经初级与深度破碎、筛分分级，合格料入仓、不合格粗料自动返回二次破碎，物料利用率高，可24小时连续稳定作业。三是智能自动化控制。配备PLC控制柜、变频驱动、传感器检测与人机交互界面，实现一键启停、智能联动与多重安全保护。四是运维安全经济。配套专属检修平台，兼具破碎能力强、筛分精度高、运维成本低、节能环保等优势，成品品质稳定。

二、技术特点

框架式破碎站是面向矿山开采、煤矸石破碎及固废处理领域的核心成套生产设备，采用一体化框架式集成布局，核心配置2PC1416双级锤式破碎机、单层振动筛、五条输送皮带及标准化检修平台，处理能力120~180 t/h，进料粒度≤150 mm，出料粒度0~15 mm，整机功率606.5 kW，可连续完成破碎、分级、输送全流程作业。采用双级锤式破碎工艺，物料经进料设备送入破碎机，先后完成初级破碎与深度破碎；破碎后经皮带输送机转运至振动筛分级筛分，合格粒度物料输送至矸石仓，不合格粗料自动返回破碎机二次破碎，形成闭环生产流程，确保成品粒度均匀、物料利用率高。一是模块化快速部署，框架式结构、免基础设计，4人一周即可完成安装调试，较传统破碎站大幅缩短建设周期，可快速转场、灵活布局；二是破碎能力强、粒度可控，出料粒度稳定在0~15 mm，可满足不同规格骨料生产需求；三是自动化程度

高，配备成套PLC控制柜、变频驱动、传感器检测与人机交互界面，实现一键启停、智能联动、安全保护及远程监控；四是运维安全经济，配套专属检修平台，运维成本低、安全系数高；五是节能环保，可24小时连续稳定作业，产能充足、成品品质稳定。适用矿山开采、煤矸石破碎及固废处理场景，处理煤矸石、矿渣、岩石等物料，进料≤150 mm、出料0~15 mm；免基础快速部署、场地适应性强。

三、应用情况

已应用于翟镇煤矿充填项目中，整套系统已完成设计、生产、制造， 2026年6月20日完成现场安装。设备按120~180 t/h处理能力、出料粒度0~15 mm标准组织生产，可24小时连续稳定作业、成品品质稳定、物料利用率高，实际应用效果数据待现场投运后进一步验证。应用前景：设备契合绿色矿山建设与固废资源化利用政策方向，模块化、免基础、快速部署特性尤其适合煤矿、选煤厂、固废处理站等对建设周期敏感的现场，随着煤矸石综合利用与机制砂石产业升级，市场需求持续增长，前景广阔。



2.37 新一代防爆高压变频器

申报单位：兖州东方机电有限公司

合作单位：新风光电子科技股份有限公司

一、基本情况

新一代高压变频器用于高压电机调速控制，广泛应用于电力、冶金等高耗能行业，平均节能率20%~40%。采用模块化统一架构，具备自适应免编码器控制、边缘实时数据分析、容性负载谐振抑制、功率单元热插拔冗余等创新技术。产品运行效率≥98.5%，功率因数＞0.95，支持无电抗器无扰切换、变频软启与无功补偿一体化，适配煤矿、高海拔等特殊工况，拥有完整自主知识产权。

二、技术特点

高压变频器是一种用于驱动和控制高压电机的核心电力电子设备。其结构主要由以下几个部分组成：整流单元，直流母线，逆变单元，控制单元，冷却系统和人机界面。其主要功能体现在三个方面：首先是调速节能。通过改变电机运行频率来精确控制转速，替代传统的风门、挡板或阀门调节，消除能源浪费，尤其在风机、水泵、压缩机等平方转矩负载中节能效果极为显著。其次是软启软停与全面保护。它能为电机提供平滑的启动电流和转矩，避免直接启动对电网和机械设备的冲击；同时内置完善的过流、过压、欠压、过热、短路等保护功能，极大提升了系统可靠性。最后是提升工艺与控制水平。精确的速度控制满足了复杂工业生产流程对张力、流量、压力等参数的苛刻要求，是实现自动化、智能化生产不可或缺的关键设备。高压变频器在与国内外标准方案的对比中，展现出显著的综合实力。其产品覆盖10 kV/2250~3250 kW 及6 kV/1250~1800 kW功率范围，功率上限更高，应用能力更强。核心性能优势显著：运行效率高达≥98.5%，显著优于国内外竞品，节能效果突出；过载能力达130%（1分钟），负载适应性更好；功率因数＞0.95，对电网更友好。更重要的是其差异化设计与功能：移相变压器采用独立风道设计，散热效率和系统可靠性大幅提

升；控制系统模块化设计，维护便捷性远优于竞品的单板化设计。具备两大功能——无电抗器的无扰切换，为用户节省成本并简化系统；变频软启与无功补偿一体化，实现一机两用。此外，产品支持高海拔定制，并具备KA煤矿安全认证，成功切入油气压裂、煤矿等高端及特殊领域，应用广度显著超越标准方案。

三、应用情况

已应用于电力、冶金、石化、煤矿等行业，配套风机、水泵、压缩机等高压电机，平均节能率20%~40%，可提升生产稳定性与自动化水平，减少停机时间，降低综合运维成本。契合“双碳”与电机能效提升政策，国内高压变频器市场年复合增速6%~8%，2025年规模预计达200亿元。产品可替代进口高端设备，适配特殊工况，市场空间广阔。







2.38 防爆多点驱动锂电池单轨吊机车

申报单位：枣庄新远大装备制造有限公司

合作单位：北京信息科技大学

枣庄学院

一、基本情况

防爆锂电池单轨吊机车运行于煤矿井下巷道顶端悬挂轨道上，是当前辅助运输首选装备。多点驱动机车借鉴高铁多点协同驱动理念，采用永磁同步电机，可实现2～14驱模块化组合，最大牵引力420 kN，牵引力较标准机型提升30%，可实现25° 斜坡重载运输。机车配置230 Ah大容量锂电池，支持故障驱动单元甩驱续行，具备能量回收功能，节能环保与智能化优势显著，适配井下多工况人员、设备物料运输，支持遥控、无人驾驶等模式，已在国内100座煤矿现场应用。

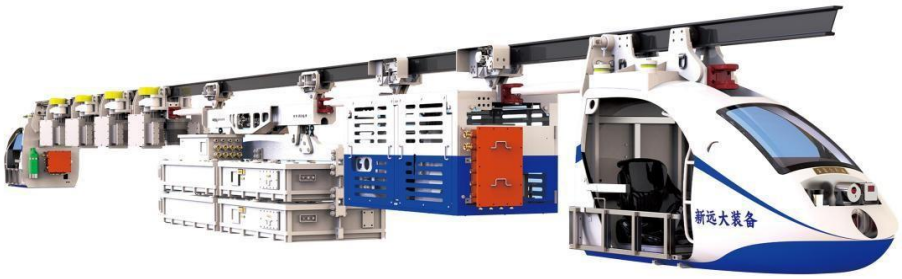
二、技术特点

借鉴高铁多动力源协同驱动控制思路，机车采用DC320 V矿用隔爆磷酸铁锂电池组供电，以22 kW隔爆永磁同步一体机作为动力单元，构建分布式多点驱动架构。多组驱动部直流母线并联，主控制器通过CAN总线对全部驱动单元实施同步协同控制，依据巷道坡度、弯道曲率、实际载荷，采用转矩动态分配算法，实时调节每台永磁电机输出转矩，实现多驱动单元出力均衡，避免驱动部过载打滑现象；单驱动部最大牵引力30 kN，较标准机型提升30%，可实现2～14组驱动部模块化串联组合，整机最大牵引力可达420 kN。系统具备驱动单元故障隔离逻辑，控制系统可切断故障驱动单元动力输出，执行甩驱操作，其余驱动单元继续协同作业，保障机车运行。机车下坡工况下，永磁电机切换发电状态，将重力势能转化为电能回馈至230 Ah锂电池组，实现能量回收。整车配置BMS电池管理系统完成电池状态监控，同时集成电气超速保护与离心释放式机械超速双重保护，当速度超过额定值15%时，液压弹簧失效制动机构动作，实施安全制动。适用于煤矿井下环境温度−20～+40 ℃，湿度≤95%，且存在高瓦斯、需防爆的作业环境，可在

平巷、弯道、最大25°斜坡工况下开展设备、物料及人员运送，满足大吨位液压支架等重型装备运输需求。

三、应用情况

防爆多点驱动锂电池单轨吊机车已在山东、云贵等多地煤矿应用，承担液压支架、采掘设备、作业人员等转运作业。现场应用表明，机车多点驱动出力均衡，动力媲美柴油单轨吊；故障驱动部支持甩驱续行，非计划停机减少超90%；尾气污染有效控制，运维人员减少超80%，作业效率提升超30%。机车突破传统大坡度重载运输短板，支持有/无人、遥控等驾驶模式，兼具机车状态与环境监测，适配复杂运输场景，契合绿色、智慧矿山建设，应用前景广阔。





2.39 远程遥控智能井下铲运机

申报单位：山东德瑞矿山机械有限公司

一、基本情况

本装备针对井下无GPS信号、巷道狭窄、粉尘大、视线差、高危作业等工况，研制远程遥控智能井下铲运机，突破多传感器环境感知、井下低时延无线传输、线控液压执行、远程人机协同操控、安全防护在线监测五大关键技术，完成整机结构、车载智能控制系统、地面远程操控平台一体化开发。操作人员可在地表集控室完成铲、装、运、卸全流程作业，实现人机分离，消除井下工作面人员作业安全隐患，提升铲运作业自动化水平与生产效率，已完成产业化适配应用。

二、技术特点

远程遥控智能井下铲运机融合无线通信、多传感器融合感知、智能自动控制等先进技术，彻底改变传统井下铲运机人机同场作业模式，有效规避井下落石、粉尘、爆破、围岩坍塌等安全隐患，实现矿山井下作业减人、增效、保安全的生产目标。该设备技术原理清晰可靠，设备搭载激光雷达、高清摄像头、惯导系统及工况监测传感器，全方位采集井下巷道环境、障碍物信息与设备运行参数，通过井下专用无线通信链路，将现场实时音视频、设备工况数据高速传输至地面操控平台，同时精准接收地面操控指令，自主完成井下行走、铲装、卸料等全套作业工序，设备自带主动防撞预警、故障自动监测、异常工况报警等功能，可实时实现安全防护与智能干预，保障作业全程稳定可控。本装备适配性广泛，主要适用于金属地下矿山井下出矿、铲运、清场等作业场景，可应用于具备基础无线通信条件、巷道断面满足设备通行的井下作业环境，尤其适配高粉尘、高噪声、围岩破碎、危险系数高、人员无法近距离作业的高危井下工作面。相较于传统人工上机操作设备，该装备实现人机彻底分离，从根源上降低井下人员安全风险，同时设备操控时延低、作业稳定性强，可有效提升井下铲运作业效率与矿山安全生产智能化、规范化管控水平。

三、应用情况

该装备已应用于山东、云南、河北、内蒙古等多个矿山企业。经长期井下满载实测，设备依托低时延通信技术，远程操控反应灵敏，搭载的高清视频监测、雷达避障、紧急制动等安全系统运行稳定。设备可替代人员深入高危工作面作业，规避井下作业安全隐患，提高工作效率，客户均给予高度评价。该装备适配各类地下金属矿山开采，契合国内矿山智能化、少人化、无人化政策导向，可有效替代进口，在井下金属矿山领域拥有广阔的推广应用前景。



2.40 安全防撞深井无轨运矿装备

申报单位：山金重工有限公司

一、基本情况

安全防撞深井无轨运矿装备创新开发基于UWB超宽带技术的360°人员防碰撞系统，实现对周边佩戴标识卡人员的实时精准定位与多级声光报警，提升安全防护水平；同时集成综合数据采集与车辆定位系统，自动采集生产经营及设备运行两类数据，采用RFID技术实现无网络依赖的途经点识别与记录，为矿山智能化管理提供基础数据；车辆采用线控底盘状态监测系统，优化驾驶室减震结构，提升行驶稳定性与操控安全性。

二、技术特点

安全防撞深井无轨运矿装备以车端多源传感器与边缘计算为感知底座，提升车辆智能化及本质安全。人员防碰撞系统，采用360°全向UWB超宽带测距测角技术，实时检测车辆周边佩戴预警感知卡人员的位置、方位与距离，当人员接近车辆危险范围后，系统综合研判碰撞风险并联动声光报警，实现无轨车辆行驶360°电子围栏、人车三级双向预警功能，防止车辆在复杂工作场景中与人员碰撞造成的人身、财产损失，保障生产作业的安全性。系统能够实时处理UWB信息，并做出警报提示，达到设置接近距离极限时及时制动，以避免事故的发生。报警范围可根据井下实际情况调整，分级警戒。报警区域分为预警区域和危险区域等多个区域，对不同级别预警采取不同报警措施。全维度数据采集系统，可自动归集载重、作业时长、设备运行状态等20余项参数，实现车辆数据采集及上传功能，为矿山生产调度、设备运维提供数据支撑。车辆定位系统采用在车辆上安装RFID读写装置，在巷道端固定途经点位置布设RFID标签（无源）的方式来实现。系统精准识别无轨装备从采场铲装、运输到溜井卸载的完整作业循环，自动统计单趟作业的行驶路径、途经点位与耗时，自动生成规范、准确的作业台账。

三、应用情况

该装备已在山东黄金矿山试运行，适配井下粉尘大、视线差的复杂工况，360° UWB防碰撞系统在试车期间，人车碰撞类安全隐患发生率下降90%以上。除常规运矿装备之外，该装备方案还可快速适配井下铲运机、凿岩台车、辅助工程车等全系列无轨装备，后续还可进一步对接矿山的自动驾驶调度系统，从单台装备的安全防护升级为全矿井下无轨车辆集群协同管控，延伸出远程操控、智能运维等更多高附加值功能。



2.41 天轮监控系统音频采集功能在主井天轮中的应用

申报单位：济宁市金桥煤矿

一、基本情况

针对主井天轮监控系统仅有视频画面，值守人员难以通过声音判断轴承磨损、钢丝绳摩擦等潜在隐患，且现场排查需攀爬几十米高井架、耗时费力、存在高空作业风险的问题，为原有视频监控加装高灵敏度音频采集功能，监控室配套外置音箱，构建“音视频同步传输”智能监测系统，实现天轮运行状态视听双全监测，提升设备运维效率与本质安全水平。

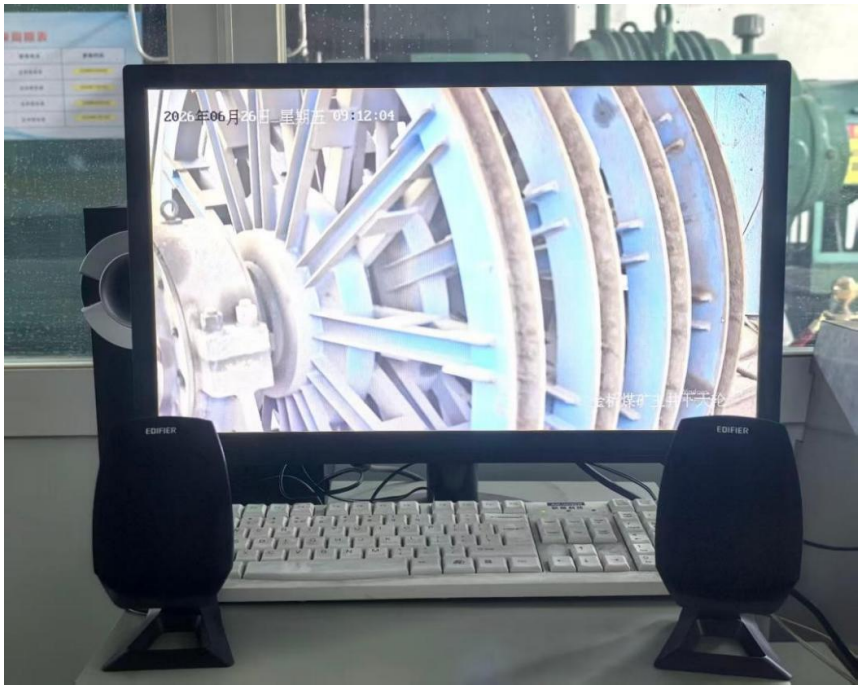
二、技术特点

在主井天轮原有视频监控系统基础上，加装高灵敏度音频采集装置，实时采集天轮运行声音，通过原有视频传输链路同步传输至监控室，配套外置音箱实时播放，值守人员可同时通过画面和声音综合判断设备运行状态。系统主要由高灵敏度防水音频采集探头（安装于天轮轴承附近）、音视频同步传输模块、监控室外置音箱及音频处理单元等组成。改造简便：充分利用原有视频监控传输链路，无需重新布线，施工周期短，改造成本低；灵敏度高：高保真音频采集，可精准捕捉天轮轴承磨损、钢丝绳摩擦等细微异响；实时同步：音视频同步传输，监控室值守人员可实时听音研判；安全可靠：大幅减少高空攀爬排查次数，降低高空作业安全风险。适用于各类矿井主副井天轮提升系统在线监测改造，尤其适合已建视频监控系统需升级音视频融合监测的场景。

三、应用情况

已应用于金桥煤矿主井天轮监控系统，值守人员可实时捕捉天轮运行细微异响，多次成功预警轴承异常磨损等隐患，避免了可能引发停产的重大设备故障。单次隐患排查时间由20分钟缩短至5分钟，大幅降低高空作业风险，切实保障主井提升系统安全稳定运行。系统改造

成本低、见效快，可广泛推广应用于各类矿井主副井天轮提升系统监测改造，市场前景广阔。



2.42 煤矿井下高压链式无功发生器装备

申报单位：兖州东方机电有限公司

合作单位：新风光电子科技股份有限公司

一、基本情况

属于煤矿机电技术领域。通过研究高压防爆SVG无功补偿及谐波补偿控制方法、3.3 kV/6 kV/10 kV高压链式防爆SVG装置同平台结构紧凑型设计、高压链式防爆SVG高低电压穿越功能、高压链式防爆SVG的高压线缆绝缘检测功能，基于大数据的电能质量检测方法，解决煤矿井下电网谐波、无功功率低、电压波动闪变问题，并通过无功补偿实现煤矿生产的节能降耗。

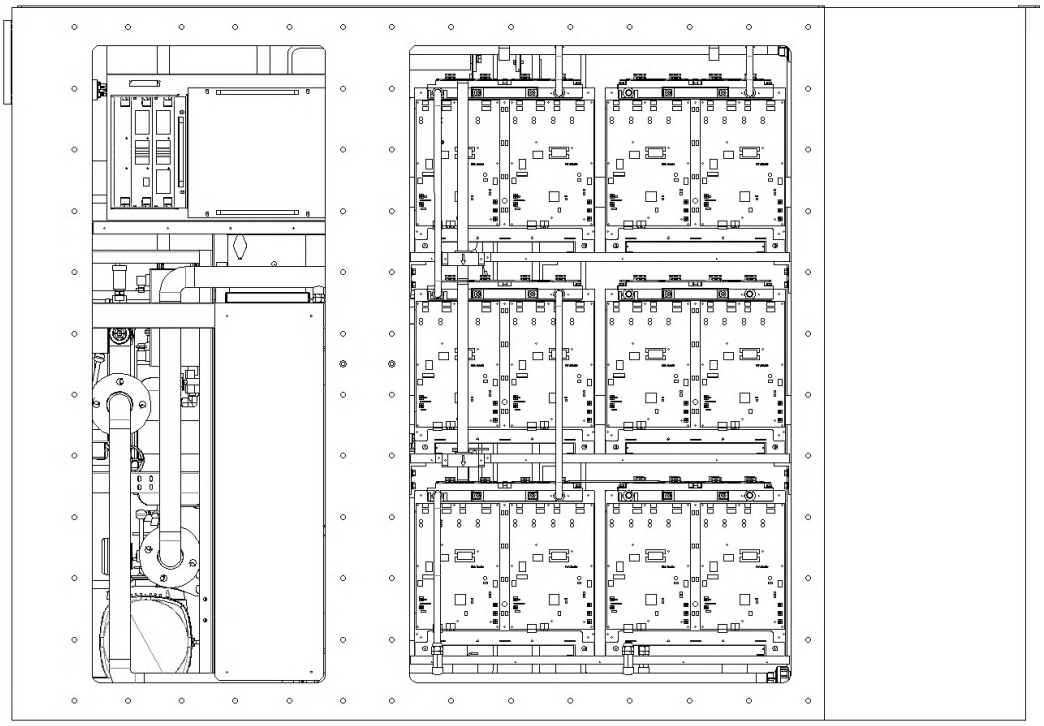
二、技术特点

应用研究成果为研发能够解决井下用电补偿无功功率，提高功率因数进而提高供电设备利用率，增强带载能力，解决对电网的冲击、电压波动的一种煤矿井下高压链式无功发生器装备。高压防爆SVG无功补偿及谐波补偿控制方法、3.3 kV/6 kV/10 kV高压链式防爆SVG装置同平台结构紧凑型设计、高压链式防爆SVG高低电压穿越功能、高压链式防爆SVG的高压线缆绝缘检测功能，基于大数据的电能质量检测方法。额定无功功率1000～6000（kvar），额定电压AC 3.3 kV、6 kV、10 kV，额定频率50 Hz（±2%），冷却方式：水冷，工作制：长期工作制，防护等级≥IP54，能满足在井下供电系统下运行，且运行可控。适用于由于大容量的电力电子设备等非线性负荷和冲击性负荷导致的严重电能质量问题的井下环境，可单机运行或联机运行。

三、应用情况

此项目已应用于里彦煤矿、郭屯煤矿、经坊煤矿、唐家会煤矿、张家峁煤矿等全国多处煤矿，涵盖3.3 kV、6 kV、10 kV多种电压等级。开发适用于煤矿井下供电系统的大数据的电能质量检测方法、高低电压穿越功能、高压线缆绝缘监测功能有效增强供电可靠性，最大程度减少用电安全隐患。除此以外已经同山东能源金鸡滩煤矿、国家能源

神东集团等多个集团针对10 kV/6 kV综采工作面电能治理提供设计方案，推广绿色矿山新模式。煤矿井下高压链式无功发生器装备研制与应用已经推动了井下无功补偿和谐波治理的进程，为改善煤矿供电系统电能质量以及低碳生产提供前沿的技术方案，为全球其他煤矿企业绿色矿山建设提供方案参考。



2.43 矿用隔爆兼本质安全型高压组合真空配电装置

申报单位：兖州东方机电有限公司

一、基本情况

该技术装备采用一体化防爆小型化结构，集成进线、馈线、智能控制等多单元，单台相当于小型高压配电所。采用固封极柱断路器、三级冗余电源等部件，绝缘与供电可靠性大幅提升。设备预装预试，现场施工量、占地空间、施工周期均缩减50%以上。搭载矿鸿系统，集成一键顺控、局放监测、无线测温、智能除湿等功能，支持可视化远程操作与变电所无人值守。解决传统单机配电装置占地大、智能化低等痛点。

二、技术特点

该技术装备采用模块化、集成化防爆结构设计，划分独立隔爆腔室，核心电气元件采用小型化模块化布局，搭配上下双层结构与快开门设计，设备整体体积小巧。装置核心电器采用固封极柱绝缘技术与模块化操作机构，配套电动小型化接地机构，设置机械、电气双重闭锁及高压带电显示装置，杜绝高压操作安全隐患。设备搭载全固封式PT与保护熔断器，可稳定供给控制电源与电压信号，同时具备多设备电源自动投切功能，保障供电连续可靠。集成全套智能化监测控制系统，配置可视化视频监测、多路无线测温、智能除湿模块，内置双网工业交换机，实现设备信号独立传输。采用分布式保护+集中控制架构，支持就地、远程双模式操作，搭配灵活的电缆接入结构，设备运维便捷。适用于煤矿井下含瓦斯、煤尘的爆炸性危险环境，适配6 kV/10 kV、200~1250 A三相交流中性点不直接接地供电系统，可完成供电控制、保护与计量工作。广泛应用于井下中央变电所、采区变电所、高压配电点等场景，可全面替代传统单机高压防爆开关，同时适配井下应急救援场景，可快速完成安装投运，高效恢复高压供电。

三、应用情况

该技术装备自2022年5月投放市场，已应用于山能集团鲁西矿业、兖矿能源、河南能源、内蒙能源各矿井，累计销售200余台，覆盖1500余个供电回路，用于井下中央变电所、采区变电所及配电点。设备运行稳定，智能化水平高、体积小巧，安装运维便捷可靠，经济与社会效益突出。该矿用隔爆兼本安高压组合真空配电装置集成度高，可缩减硐室巷道工程量，提升供电安全与智能化水平，保障煤矿高压供电及应急保供，市场竞争力强，推广前景良好。





2.44 迈步式带式输送机用自移机尾

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司

合作单位：山东星高机电设备有限公司

一、基本情况

带式输送机用自移机尾突破了传统的锚固拉移方式，采用了液压自移的推进方式，并配备纠偏功能，实现转载机和机尾的自行前移和校正。该机尾装置用于综掘机二运皮带机与后运带式输送机尾的快速推移和搭接，实现皮带机快捷掘进拉锚不停机的整套联动运行，很大程度上提高了掘进效率和安全系数。同时该装置可调节皮带跑偏，提高劳动生产率，使用安全、效率高、灵活可靠。

二、技术特点

该迈步式带式输送机用自移机尾主要由尾部滚筒节、驱动节、承载段(节)、调带节、缓冲装置、侧移滑枕、推移油缸、支撑油缸、偏移油缸、调带油缸、液压站、全尺寸电缆槽、管缆储存平台、设备放置平台、液压控制系统、电控控制系统等主要部分组成。设备结构合理、适用性强，机架具有可校正纠偏、调整皮带跑偏、机架迈步自移等特点，可与任何型号带式输送机配套使用。迈步式带式输送机用自移机尾以自带液压站为工作动力，配备比例多路操作阀组，通过手动、遥控、远程控制，完成自移机尾移动的迈步自移。为适应井下多变的巷道条件，每节节段和自移轨道之间通过销轴铰接，并有防脱落措施。所有节段前后之间铰接连接为一整体，确保各节段运行时动作一致、平稳。同时每节节段上都有管缆存放架，存放架为框架结构，运行时所有节段整体同步前进，节与节之间不会发生位移变化，从而确保管缆在运行时不受牵拉。自移机尾可与皮带自动张紧装置联动，当皮带达到预定张紧值时自移机尾停机保护，保障皮带不被拉伤。机尾架末配置调带装置，用于皮带架延伸时的挑带和机尾与机架搭接处的水平调节。

三、应用情况

目前已应用于6304轨顺联络巷、6304皮顺联络巷，该自移机尾移动步距1000~2000 mm，额定支撑力≥500 kN，适应巷道坡度±20°，较传统皮带自移机尾相比，解决了大坡度环境下挪移困难的问题，挪移效率提高10%以上，有效提高皮带机拉移效率。同时自移机尾每节节段和自移轨道之间通过销轴铰接，并有防脱落措施，所有节段前后之间铰接连接为一整体，确保各节段运行时动作一致、平稳。





2.45 四足巡检作业处置一体化新型智能装备

申报单位：北斗天地股份有限公司

合作单位：山东能源集团科技发展有限公司

山东大学

一、基本情况

四足式巡检作业处置机器人系统，配备激光雷达、云台相机、6轴机械臂、深度相机、拾音器、工控机等巡检功能模块，具备较强的运动能力和环境感知能力，可实现自主导航避障、跨楼层巡视、动态越障、工况识别、缺陷检测和自主作业，并搭载数字孪生管控平台进行实时监管。产品为国内首台选煤厂自主巡检腿足式作业机器人。

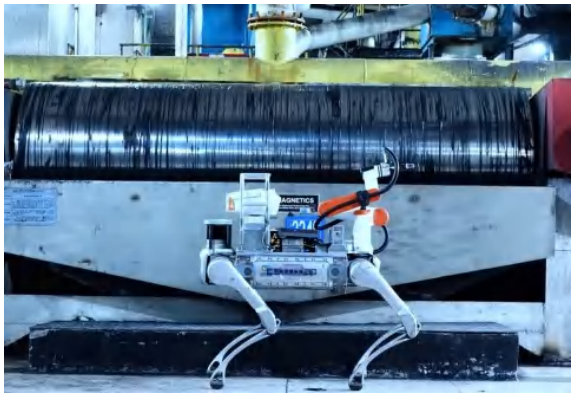
二、技术特点

该产品采用轻量化紧凑腿足式结构，相较于轮式、履带式设备，具备体积小、地形适配性强等优势。聚焦工况复杂巡检场景，融合人工智能、多模态感知与智能控制核心技术，涵盖三维语义地图构建、自主导航规划、多传感融合检测、高精度自动对准、大模型具身操控五大核心技术体系。依托改进版YOLOv5算法优化井下远距离、小目标检测，检测精度超95%；结合双光谱相机成像、多相机协同标定及双光谱融合算法，实现恶劣环境下广域观测与精细化缺陷识别。设备搭载自主导航建图、高精度定位系统，配合多模态大模型实现智能具身操控，联动轻量化六轴机械臂完成巡检检测、设备交互处置一体化作业，配套三维可视化平台实现远程管控与智能调度。产品专门适配井工矿、选煤厂、化工厂、电厂等特种复杂工业场景，可适应复杂地形及恶劣光照环境，有效解决传统人工巡检漏检率高、时效性差、高危作业风险大等行业痛点。依托全套自主研发的场景适配技术，可完成复杂场景地图构建、智能导航、精准检测与自主作业，可替代人工实现常态化、精细化、无人化巡检处置，全面满足工矿高危场景智能运维需求。

三、应用情况

已应用于七五煤矿、新巨龙煤矿选煤厂，支持24小时不间断自主巡检，可精准识别皮带跑偏、洒煤、管道漏料、设备温度异常等故障，实时排查人员、设备、环境各类安全隐患，有效弥补人工巡检漏检、时效不足等问题。设备可有效替代人工巡检，单项目每年可节约人工成本24万元，大幅提升巡检智能化与安全管控水平。产品环境适配性强、运行稳定，可广泛拓展应用于矿山、电力、化工等复杂高危场景，行业复用性高，推广应用前景广阔。





2.46 ZSCJ127S(A)矿用钢丝绳激光磁性探伤装置

申报单位：济宁康华机电科技有限公司

一、基本情况

矿用激光磁性钢丝绳探伤装置，获国家发明专利、中国煤炭工业协会科技进步奖三等奖、山东省科技进步奖二等奖，为中国煤炭工业协会推荐使用产品，技术水平国内领先；该装置采用激光+磁性复合检测原理，可识别内外断丝、磨损、锈蚀、松股等缺陷，实现LF局部损伤、LMA金属截面积损失定量检测与缺陷精准定位。具备实时声光报警、数据存储回溯、寿命评估功能。先进性体现在复合传感融合激光测径与磁通检测，抗抖动干扰，检测精度高，弥补单一磁检不足；以太网高速传输，适应煤矿复杂工况，满足矿用安全检测标准，同时符合2026年2月1日起实施的《煤矿安全规程》第447～449条关于主、副井提升和乘人架空钢丝绳安装双检探伤设备的相关要求，可实现钢丝绳不停机智能无损探伤，为矿井提升安全提供技术支撑。

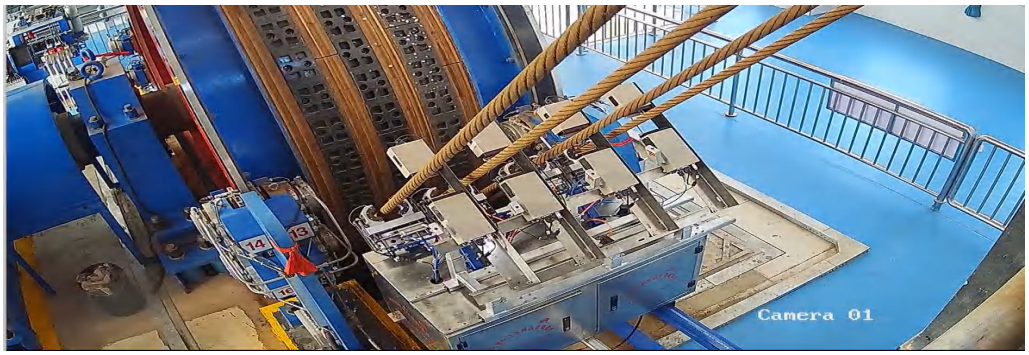
二、技术特点

本装置采用磁通漏磁磁性检测+激光测径复合检测原理，磁性检测利用钢丝绳被磁化后，缺陷处产生漏磁场，通过磁传感器采集漏磁信号，完成局部断丝等局部损伤LF、金属截面积损失LMA定量检测；激光测径模块实时采集钢丝绳外径数据，两者信号融合分析，区分断丝、磨损、锈蚀、松股、变形等各类损伤缺陷，实现缺陷类型判别、损伤量化与位置定位。适用于煤矿提升、绞车等矿用钢丝绳在线检测，可在矿井潮湿、粉尘大、振动强的复杂工况下工作，支持钢丝绳动态不停机运行检测，适配不同直径矿用钢丝绳，无需对钢丝绳做预处理，不损伤绳体。装置具备数据实时处理存储、声光超限报警、历史数据查询等。相比单一漏磁探伤，激光+磁性复合检测可规避绳径变化、表面附着物带来的误判，降低现场抖动干扰，检测结果更稳定可靠。检测数据可以通过以太网远传，便于后台查看分析，符合矿用安全检测相关要求，实现钢丝绳损伤智能化无损检测，保障提升系统运行安全。

三、应用情况

该装置已在国内多家煤矿主副井提升系统落地应用，适配立井、斜井绞车钢丝绳在线监测。可不停机实时识别内外断丝、锈蚀磨损，缺陷定位准确，减少人工检测漏检，实现损伤预警与寿命评估，降低钢丝绳断裂安全风险，减少非计划停机。随着智慧矿山建设推进，矿用钢丝绳在线监测需求持续增长，该复合检测技术可拓展至港口、起重等领域，替代传统人工巡检，市场推广前景良好，具备较高安全与经济效益。





2.47 大倾角工作面“齿轨车+调架平台+单轨吊”回撤装备

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司

合作单位：辽宁鑫丰矿业（集团）有限公司

一、基本情况

我国大倾角厚煤层储量丰富，但综采放顶煤工作面设备回撤长期面临运输困难、设备易滑易倒、调向不便、安全风险高等行业共性难题。传统安装工艺采用绞车牵引、多设备倒运、多人协同作业，工序离散、效率低下、事故多发。山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城分公司结合大倾角工作面回撤实际，创新应用一套适应大倾角条件的连续、安全、高效的回撤工艺体系。

二、技术特点

采用“防爆电机齿轨机车+回撤调架平台”融合工艺，实现液压支架整架抽出、调向、运输一体化作业。齿轨机车：以电能为动力，液压马达驱动齿轮与模块化轨道齿轨啮合行走，设两对钩板确保稳定。牵引专用平板车实现大坡度条件下液压支架整架连续运输。调架平台：两个牵引油缸将支架从工作面抽出并转向90°，两个大臂将支架调整至顺工作面方向并牵引至平台，平台升至与平板车同高后，将支架牵引至专用平板车上，平台起导向与旋转作用。

三、应用情况

运输效率大幅提升：在工作面最大倾角23°条件下，实现了液压支架整架连续运输，日均回撤6台支架及配套后部运输机溜槽，最高单日回撤8台支架，创20°以上工作面回撤纪录，运输效率较传统方式提升40%以上，较计划工期提前3天。作业人员优化精简：工作面至轨顺换装点实现点对点运输，每班仅需4～5人负责调架、2人负责运输即可满足回撤作业需要，相比传统运输模式减少3人/班，有效降低了劳动强度与交叉作业风险。安全保障能力增强：全程无绞车钢丝绳牵引操作，从源头上消除了绳断伤人、物件滑落等安全风险。调架平台操作、

齿轨车运输、掩护支架拉移等环节全部采用遥控操作，实现远程控制，从根本上提升回撤作业的安全水平。



2.48 智能单轨吊机车矿山辅助运输装备

申报单位：尤洛卡（山东）矿业科技有限公司

一、基本情况

本装备为尤洛卡自主研制的新型国四防爆柴油机单轨吊机车矿山辅助运输装备，融合计算机控制、电液比例、传感器及现场总线技术，强化故障诊断能力，集成自主精准定位、自动避障、无人驾驶、智能调度、智能识别、视频监控、语音告警、运行数据存储查询等功能。可实现井下人员、物料及机电设备转运，具备自主行驶、远程操控、防碰撞、道岔联锁、失速保护等安全能力，减少井下跟车作业人员，消除运输安全隐患，适配井下复杂巷道，助力矿山辅助运输少人化、智能化升级。该装备应用场景被国家矿山安全监察局列为国家矿山领域机器人典型应用场景，产品被列入2024年度山东省首台（套）技术装备和关键核心零部件推广应用指导目录。

二、技术特点

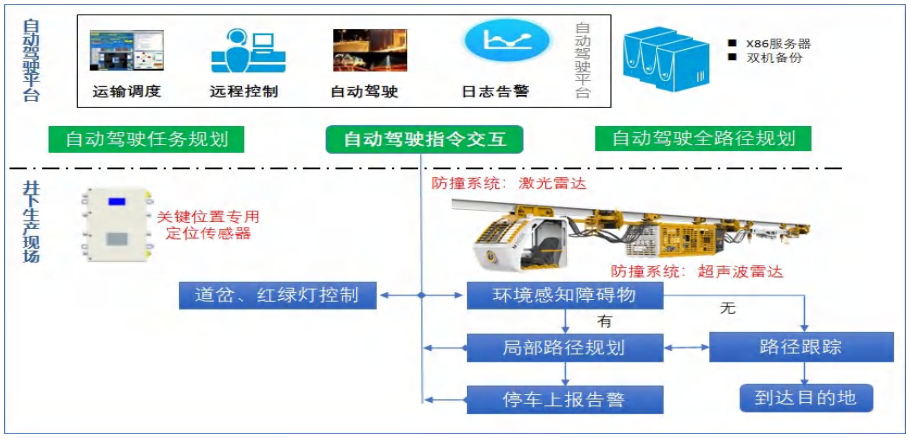
本装备为尤洛卡自主研发的新型井下智能辅助运输装备，集成智能防爆柴油机单轨吊机车、无人驾驶系统、智能调度系统、轨道道岔及风门道岔联动系统等模块。技术上融合5G/Wi-Fi6通信、UWB高精度定位、激光雷达视觉融合感知、CAN总线控制技术，搭建“感知－决策－执行－调度”全链条运行架构。系统搭载自主研发自动驾驶算法与动态调度模型，可实现机车自主导航、路径规划、自动避障、智能调速、紧急制动及故障自检，搭配风门道岔联动闭锁、智能语音告警功能，构建全方位主动安全防护体系，同时支持多机车协同调度、运输工单与物料全流程数字化管控。该装备专门适配煤矿井下多起伏、大倾角、长距离、多支线、低断面的复杂高危巷道，可满足30°大倾角工况作业，适用于大型液压支架、矿用材料转运及井下人员运输，支持多动力机型混合编组作业。设备定位精准、响应速度快、安全冗余高，有效解决传统井下运输自动化程度低、稳定性差、安全隐患多、

减员提效不足等行业难题，运行稳定、运维成本低，填补了国内复杂巷道智能单轨吊无人运输的技术空白。

三、应用情况

该装备已应用于山东裕隆义能煤矿、淮河能源朱集东煤矿、张集煤矿及山东济宁、安徽、山西、河南等多地煤矿。设备运行稳定可靠、操控简便、重载爬坡性能优异，可替代传统单机运输与人工调度，实现井上井下运输无缝对接、远程操控与自动驾驶调度，有效缩减作业人员、改善作业环境，提升运输效率，降低运输成本与安全事故风险。产品斩获多项省级、市级科技奖项，入选国家、省级装备目录，填补国产井下自动驾驶智能调度技术空白，契合矿山“机械化换人、自动化减人”发展方向，具备良好推广前景。





2.49 矿用特高压供液管路

申报单位：山东金钻金属制品有限公司

一、基本情况

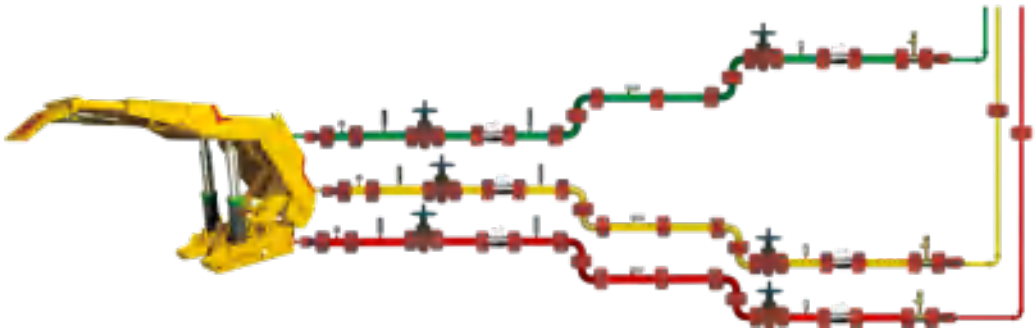
矿用特高压供液管路，是专为智能矿山开采打造的集成化高压流体输送与管控解决方案，由合金复合钢管、软流装置、缓冲装置、管道连接器、A1级资质阀门等部件组成，具备以下核心功能：可实现5000 m、60 MPa超高压作业工况；管路使用寿命达10年，现场安装效率提升40%；搭载智能故障诊断体系，故障诊断准确率＞95%。该装备经省级权威机构鉴定，整体技术水平达国际先进，综合性能优于国内同类产品，助力矿山装备国产化替代。

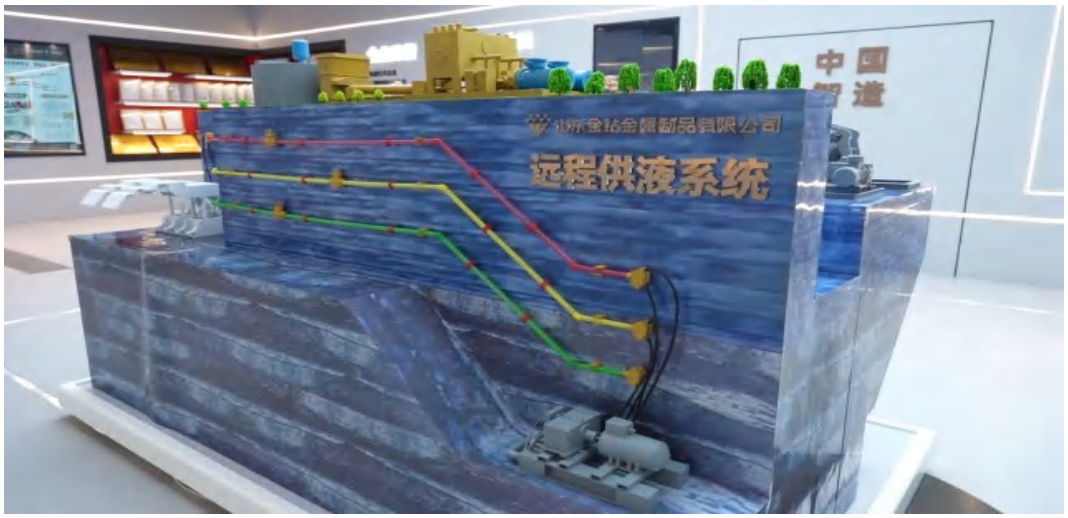
二、技术特点

本装备采用多层复合管路与多沟槽模块化快速连接结构，由合金复合钢管、软流装置、缓冲装置、管道连接器、A1级资质阀门等部件组成，从管路连接、流体输送、智能管控三方面实现系统性能突破。多沟槽管路连接方式：通过模块化沟槽式接头构型，搭配弹性缓冲与刚性支撑复合防护，实现不同口径管路快速拆装对接，密封性能优异，抗外力变形能力强，无需焊接即可完成井下管路布设，简化现场施工。低压降供液技术：依托“防护抗氧化、高强承压、抗蚀耐磨”多层复合管路结构，优化管路流道形态，减少流体沿程阻力损耗，保障5000 m长距离输送工况下压力稳定，可承受60 MPa超高压，同时强化抗腐蚀能力，延长管路服役寿命。智能监测控制系统：集成多源传感采集压力、流量等运行数据，搭载故障诊断算法与高压供液智能适配控制模块，开展多参数耦合分析，实时感知系统运行状态，自动完成压力调控，实现供液系统状态在线监测、异常识别与故障预警，有效降低井下运维难度，保障整套供液系统安全连续运行。该技术装备适配煤矿深井综采工作面，可满足5000 m长距离、60 MPa超高压工况，适应井下高腐蚀、巷道等复杂环境，也可用于石油、核电冷却等高压流体输送场景。

三、应用情况

已与国家能源集团、新疆及宁夏等各大能源集团合作，装备先后应用于国家能源集团、山东能源集团、中煤集团、中国石化等矿井。现场反馈显示，装备压力波动小、供液稳定、有效减少设备故障停机，降低井下运维成本，保障综采工作面连续安全生产。该装备适配大采高、长走向综采工作面，可实现减人增效、降尘抑尘，契合智能矿山建设需求，还可拓展至石油、核电冷却等高压流体输送领域，市场潜力突出。





2.50 矿用“一键顺控”智能高压开关柜

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：兖州东方机电有限公司

青岛特锐德有限公司

一、基本情况

矿用一般型智能高压开关柜，新型智能柜集成远程电动操作功能，可远程操控断路器小车、接地刀闸及开关分合闸，具备一键顺控与视频联动复核功能；配套无线触头测温、弧光短路报警、除湿加热、过压预警装置及防灭火装置，实现设备运行状态全天候在线监测。大幅减少现场人工操作，杜绝人为误操作隐患，故障预警与防护能力全面增强，场站供电可靠性、智能化运维水平显著提升。

二、技术特点

智能高压柜构建“物理隔离+硬件联锁+极速保护+主动消防+在线预警”五层安全防线，安全性能实现跨越式提升：独立隔室燃弧防护：母线、断路器、电缆三室物理分隔，独立通过内部燃弧试验；8ms极速弧光母线保护：智能弧光保护毫秒级切断电源；全维度五防双重联锁：机械+电气双重闭锁覆盖全部操作流程，一键顺控内置逻辑校验；多维度绝缘故障提前预警：集成电缆绝缘监测、局放监测、无源无线测温三大绝缘预警手段，触头过热、电缆受潮、内部局部放电全部提前预警；柜内独立自动灭火系统：智能柜体温烟双监测，自动喷射灭火，限制火情。过电压、接地故障成套防护：配套防爆型过电压保护器+偏磁式消弧线圈，抑制雷电、操作、弧光接地过电压。全流程智能化自动管控，实现变电所“少人巡检、远程集控”，减人增效显著。远程全功能电动操作：断路器手车、接地刀闸全部电动进出、电动分合，集控室后台即可完成分合闸、手车摇进摇出操作。可视化一键顺控倒闸：单键完成运行、热备用、冷备用、检修全工况切换，系统自动校验五防逻辑、分步执行操作。遥视功能替代现场巡检：每柜内置高清摄像头，远程查看柜内设备状态，日常巡检无需逐台打开高压室柜门，

仅对后台告警异常设备针对性现场核查。在线实时监测，减少停电试验次数：触头测温、电缆绝缘、局放、断路器机械特性全部在线不间断检测。多功能智能高压柜从硬件源头消除煤矿供电系统固有安全隐患，节约人工与运维成本。本装置适用于煤矿、非煤矿山地面变电所、井下中央变电所10kV供电系统高压配电装置升级改造。

三、应用情况

应用于阳城煤矿-650中央变电所、地面中央变电所。节约倒闸运维人力，提前消除设备缺陷减少维修投入，缩短停电时长降低电量损耗，规避人为误操作带来的设备损毁。减少人员高压现场作业，保障运维人身安全；提升供电稳定性，降低停电对生产生活影响；支撑配电室远程集中管控，助力配网智能化升级。当前部分煤矿地面、井下变电所10 kV开关柜投运时间超过20年，存在设备老化、智能化水平不足、安全防护缺失等共性问题；国家持续推进煤矿智能化建设，出台多项政策鼓励矿井供电系统智能化升级改造。本项目采用的多功能智能10kV高压柜集成弧光保护、多维度在线监测、电动一键顺控、消弧接地补偿、自动消防、五防联锁一体化功能，完全适配煤矿安全供电要求，设备升级改造方案可直接应用于各煤矿变电所升级改造项目，具备广阔推广应用空间。



2.51 火试金实验室复合机器人

申报单位：山东亚历山大智能科技有限公司

一、基本情况

该设备多应用于金矿制样实验室，主要完成样品转运、仪器上下料、试剂处理、废弃物转运，对接控制系统实现实验流程闭环，支持7×24 h无人值守。具备自主导航避障、毫米级定位、可换末端夹具，人机安全防护，适配洁净实验室环境。先进性体现在移动- 操作协同，柔性适配多台实验设备，消除人为操作误差，可处理危化样品，实现实验数据自动留痕，多用于矿产品检测实验室、环境检测实验室、安全检测实验室。

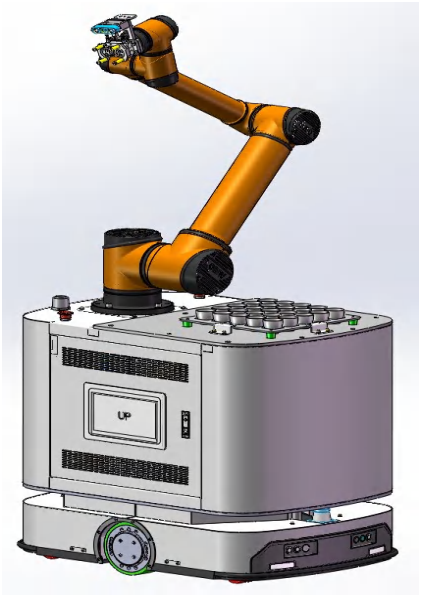
二、技术特点

依靠激光识别实现环境建图导航，底盘、机械臂、视觉协同控制；视觉完成样本位姿识别，力控夹爪/吸盘完成试管、培养皿抓取，对接LIMS实现任务调度、数据追溯，形成感知- 移动- 操作闭环。整机综合定位可达±0.3~0.5 mm，具备多重安全传感器实现人机协同防护。适合地面平整、通道宽度满足底盘通行的制样实验室，可适配洁净ISO7- 8级环境，用于样本转运、仪器上下料、高危样品处理，支持7×24 h无人值守。需要实验设备留有标准化对接空间；操作机械臂配备耐腐蚀防护服之后可以适配强腐蚀飞溅场景。

三、应用情况

已应用于三山岛火试金机器人转运。多用于矿产品检测实验室、环境检测实验室、安全检测实验室，完成样本流转、设备上下料，降低人为误差与人员接触风险，实验数据自动留痕，提升检测通量，释放人力做科研分析。智慧实验室政策带动，国产方案快速成熟，市场增速较快。在标准化程度高的检测、药企实验室渗透率将持续提升；中小实验室受成本制约普及较慢，未来将朝着模块化、低成本方向发展，是实验室自动化的重要发展方向。





2.52 饰面石材矿山垂切圆锯、平切绳锯、排孔钻机器人+远程智控系统

申报单位：荣成中磊科技发展有限公司

合作单位：上海交通大学

一、基本情况

本装备可完成饰面石材矿山垂直切割、水平平切、钻排孔、荒料分解全套开采工序。依托5G+云计算实现远程智能管控、状态监测与故障远程诊断，自动采集作业数据，运维检修便捷，适配矿山连续生产。装备实现矿山高危岗位少人/无人作业，提升本质安全；联合上海交大采用惯导- 北斗- 激光- 视觉多源融合定位、远程驾驶低延迟高可靠音视频传输技术、颠簸路面抗扰动闭环控制关键技术，攻克多项核心算法。企业拥有70余项专利（发明专利30余项）。可减少用工48%，用工成本下降51%，开采效率提升35%，单位生产成本降低32%。

二、技术特点

整套智能开采系统由四层构成：一是机械执行层，依靠圆锯机器人垂直下切岩体，绳锯机器人做水平分层切割，排孔钻机器人自动钻孔，由各类机械装备直接完成切割、钻孔开采动作。二是感知定位层，把北斗定位、惯性单元、激光雷达、机器视觉结合在一起。在矿山复杂环境下，机器人能够确定自身位置、识别障碍物，自动规划开采行走路线。三是传输控制层，借助5G网络，把现场画面、设备运行数据传回后台；远程管控平台下发操作指令，实现远距离操控，同时实时监测设备状态，出现异常自动报警。四是迭代优化闭环，把矿山现场实际运行数据传回研发部门，改进机械结构和控制算法，再回到矿区实地测试持续优化设备性能。设备主要用于露天花岗岩矿山，可完成垂直切割、水平切割、钻孔、荒料开采作业。现场需要通水通电，搭建5G通信网络，具备台阶式开采作业平台；能够适应矿山多粉尘、路面颠簸、光照多变的恶劣露天环境。使用时需要搭配远程管控平台，

配备操作、运维技术人员，提供场地用于设备安装调试。国内现有一千多家饰面花岗岩矿山，均具备推广应用的基础条件。

三、应用情况

已应用于山东威海荣成中磊科技孔家矿区，作为项目试点，搭建远程智控平台，部署全套开采机器人开展现场试验验证。高危岗位实现少人/无人作业，消除作业安全隐患；用工、开采成本显著下降，开采效率大幅提升。形成操作规程、技术规范及成套可复制解决方案。完成多台机器人迭代升级，可向全国1100余家饰面用花岗岩矿山企业广泛推广应用，对推动我国石材矿山开采行业产业升级具有重要的示范带动作用。





2.53 超高压气动油泵

申报单位：山东中大机械股份有限公司

一、基本情况

超高压气动油泵以压缩空气为动力源，推动气动马达旋转，带动阀式液压柱塞泵吸、排油液而产生高压油为锚索张拉千斤顶、退锚器等产品提供63 MPa超高压液压油，完成矿用锚索的安装和退锚工作。由于在锚索张拉或退锚施工时需要人力根据施工位置不断移动超高压气动油泵，要求超高压气动油泵重量要轻，因此选用功率较小的气动马达。为了解决油泵的流量问题，该设备采用了高低压双流量设计，油泵压力10 MPa以下时，高压油泵和低压油泵同时工作，油泵流量达到5 L/min，当油泵压力达到10 MPa时，低压油泵自动停止工作，只有高压油泵继续工作，油泵流量为1.6 L/min。

二、技术特点

低压油泵连接减功阀，减功阀受高压油泵控制，当高压油达到减功阀设计的10 MPa的压力时，高压油推动减功阀控制柱塞，打开低压回油油路，低压泵回油，低压泵停止工作。由于超高压气动油泵整体重量20 kg，因此产品各个部位设计得较小。在产品设计时采用集成式设计方案，高压油泵和低压油泵、减功阀全部安装在上下两个压盘中间，所有的管路都设计到上下压盘上，去掉管路连接。减功阀控制压力准确，减功阀开启关闭快速，减轻了油泵的重量，提高了油泵的使用寿命和施工效率。

三、应用情况

产品研制成功后，进行了大量的试验，取得了矿用产品认证证书，在国能宁煤和陕煤等煤矿大量使用推广。由于普通产品的流量为1.0 L/min，该产品的流量为低压5 L/min、高压1.6 L/min，施工效率提高了4倍，减轻了工人的劳动强度，深受煤矿好评。



2.54 255 m深度矿井200 t/h垂直提升输送系统

申报单位：海阳铭铄机械设备有限公司

一、基本情况

本项目研发的255 m深度矿井垂直提升波状挡边带式输送系统，突破传统150 m提升高度限制。系统采用高强度阻燃波状挡边基带（拉伸强度≥18 MPa、钢丝绳黏合强度达351 N/mm）、防物料黏附高分子弹性体材料（静摩擦系数由0.8降至0.43）、应力缓冲与耐疲劳结构（横向钢缆100万次循环无断裂）、多组弹性导向装置与智能张力控制技术（钢丝绳张力控制精度达千分之一），实现了超200 m深度物料的连续、安全、高效输送。

二、技术特点

系统采用波状挡边带式输送机实现90° 垂直连续提升。核心技术包括：材料创新：应用阻燃协效机理研发橡胶/阻燃复合材料覆盖胶；开发超高黏合芯胶，钢丝绳黏合强度达351 N/mm（较标准提升69.6%），动态疲劳次数达30000次（较标准提升200%），从材料层面解决接头开裂问题。防黏附技术：研发非极性高分子弹性体材料，添加酰胺类化合物、二氧化硅等降低表面能，静摩擦系数由0.8降至0.43，解决湿物料黏附与返程带料问题。结构优化：基于动力学仿真确定受力集中区域，创新设计基带应力缓冲区，经100万次循环张力无断裂；优化回程空边回转支承夹角（5° ±1° ）；隔板刚性层优化后满载形变/有效宽度仅0.021 7%，装载量提升15%~25%。导向与张力控制：采用多组弹性导向装置与导向托辊组协同纠偏；引进智能生产线实现单根钢丝绳张力控制精度达千分之一，从源头解决张力失衡导致的断带风险。裙边动态疲劳寿命达500万次无裂口。适用于立井洞径≥3000 mm、提升高度超200 m的矿井，可输送含水率高、易黏附的煤矿石等散状物料。尤其适用于空间受限的改扩建工程或辅助井提升。系统运行需配套专用导向装置和恒张力生产线，前期设备投资较高，但长期运营效益显著。

三、应用情况

本项目成果已在超200 m深度矿井（立井洞径仅3000 mm）提升系统中成功应用。针对矿山井下空间狭窄、含水矿石易黏附、传统箕斗间断低效、斜坡带式输送机土建量大等矿山难题，系统运行稳定，无跑偏、张力失衡、粘接开裂，提升效率提高30%以上，建设成本降低10%~20%，减少井下开挖、粉尘与物料抛洒。显著降低能耗与维护成本，符合绿色矿山要求。可推广至金属矿、煤矿深部开采、改扩建及辅助井提升，助力深地资源绿色高效开发，市场前景广阔。





第3部分　矿山通防

3.1 尾气CO高效消纳装备

申报单位：中国安全生产科学研究院

合作单位：徐州宇晟安全环保科技有限公司

一、基本情况

本装备可针对性解决井下无轨胶轮车、单轨吊等设备尾气导致的CO频繁超限报警问题。能实现对机车尾气CO高效快速消纳、不影响车辆原有动力性能，同时控制装置本体及尾气管路表面温度符合《煤矿安全规程》规定。该装备由中国安全生产科学研究院自主研发，依托科技部“十四五”国家重点研发计划“矿山井下一氧化碳感控消纳一体化关键技术与装备研发及应用示范”项目，研发了无轨胶轮车、单轨吊等设备尾气一氧化碳高效消纳装备。

二、技术特点

防爆型式为隔爆型；尾气净化装置载体冷却方式：采用水套冷却处理；可适用柴油机功率：<280 kW；CO消除效率：综合工况下>80%；装备表面温度：<150 ℃；防爆柴油机功率损失：<0.5%；使用寿命：5年；配套连接管结构：波纹水套+不锈钢管式；过气孔径：<1000目；CO消除剂使用寿命>12个月并可循环利用，性能可再活化。尾气CO高效消纳装备主要包括CO高效消纳单元、冷却水套与连接构件，安装在发动机出气口与防爆水箱进气口之间，不影响柴油动力装置的运行安全性。设计了导流管结构，尾气CO高效消纳装备内部气流分布均匀、排气背压显著降低，安装该装备后柴油机功率下降仅在0.5%以内，不影响柴油动力装置的正常运行。采用超声辅助涂覆技术将消纳剂粉体涂覆至多孔蜂窝材料表面或金属网片表面，涂层厚度约3 μm，研发出高强度、高活性、低风阻CO消纳单元。其中CO消纳单元的CO消纳剂可以

显著降低CO氧化反应温度，通过低温催化氧化途径将CO转化成CO_2气体（$2CO+O_2=2CO_2$），从而实现CO高效净化。单轨吊、无轨胶轮车等柴油机为动力机车尾气CO转化为CO_2排出。

三、应用情况

已应用于东滩煤矿、赵楼煤矿和凡口铅锌矿等国内五十余座矿山。该尾气CO高效消纳装备适配矿山井下工况，尾气CO净化效率高、装备运行可靠、维护简便，经矿山现场实际应用，有效保障井下作业人员安全，提升矿山气体治理能力，安全生产应用成效突出。该装备适用性强、安装便捷、维护简单，符合矿山安全生产提升需求，市场需求空间较大，具备良好的推广应用价值，可在省内矿山行业规模化落地。





3.2 霄云煤矿井口全风量降温系统

申报单位：济宁能源发展集团有限公司霄云煤矿

一、基本情况

建立一套井口全风量降温系统，通过在工业场地内新建热泵机房一座，机房内安装两台离心式热泵机组及配套水泵、冷却塔、水处理设施等配套设备，改造副井井口房及空气加热室等，对井口进风进行降温，有效降低井下降温系统的热负荷，改善职工工作环境。项目实施后预计井口进风可降至20 ℃，井底温度控制在28 ℃以下，各主要进风巷温度控制在30 ℃以下，湿度降至75%以下，基本满足降温需求。

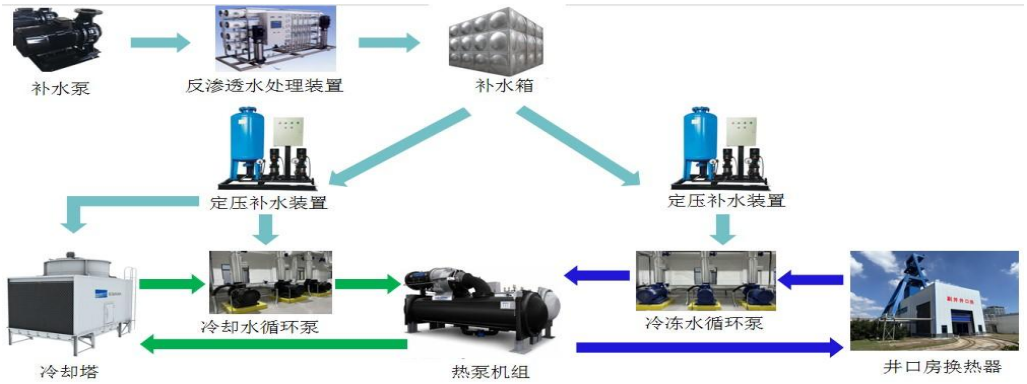
二、技术特点

在井下集中降温泵站北侧工广内设置水源热泵机房。夏季，由热泵机组制备7 ℃冷冻水，通过管道将低温冷冻水输送到设置在副井井口热交换室内的井口换热器，将进入井口的空气降温除湿后，再通过井筒、巷道送入井下工作面，实现井口全风量降温。换热后的12 ℃冷冻水回到热泵机组。热泵机组制备冷冻水所产生的冷凝热通过设置在热泵机房屋面的冷却塔排放至大气中，冷却水温度从37 ℃降至32 ℃。系统补水水源来自水处理站水池，由于井口全风量降温系统对水质的要求较高，为确保全风量降温系统的正常运行，在热泵机房内设置反渗透水处理设备，对水处理站水池中的矿井来水进行深度处理后，再通过补水装置分别输送至井口全风量降温系统中的冷冻水和冷却水循环系统。热泵机组的热源为生产水池的矿井水，在矿井生产过程中，目前每天矿井排水量为5500 m³/d，小时水量约为230 m³/h。冬季处理后的矿井水温度约为27 ℃，热能品位较低，不能直接利用，但其是水源热泵的良好热源。考虑矿井水水质条件，为确保热泵机组的正常运行，矿井水不能直接进入热泵机组，需在热泵机房内设置板式换热器，板式换热器一次侧进、出水为矿井水，二次侧进、出水为热源中介循环水。系统补水水源来自水处理站水池，深度水处理后通过补水装置分别输送至系统中的热水和热源中介循环水系统中。本项目核心为井

口全风量降温系统的建立，关键技术为热泵机房系统、补水系统、热源水系统、井口末端系统、室外管道系统合理设计和布置。

三、应用情况

在霄云煤矿井口实施全风量降温工程，全风量降温系统运行后副井口井口进风可降至20 ℃，井底温度控制在28 ℃以下，各主要进风巷温度控制在30 ℃以下，湿度降至75%以下，基本满足降温需求。能够有效缓解井底车场、进风大巷和工作面的高温热害，满足《煤矿安全规程》要求，降低矿井安全生产风险，提高矿井生产效率，增加企业产值。随着全球对安全生产和环境保护的重视度不断提高，矿业企业对安全生产和环境保护的投入也在逐年增加。这为井口全风量降温技术的发展提供了良好的外部环境。越来越多的矿业企业开始认识到采用先进的通风降温技术对于提高矿井安全和生产效率的重要性，这将进一步推动井口全风量降温技术的市场普及和应用。



3.3 煤矿瓦斯巡检系统

申报单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司

一、基本情况

KJ3093煤矿瓦斯巡检系统采用“固定监测+移动巡检+人工巡检”架构，通过定点式传感器、挂轨式机器人、轮式机器人、便携仪等装备协同作业，实现瓦斯巡检“检测、上板、记录、报表”全流程无人化。系统集成自动巡检、一站传输、交叉验证、智能分析、融合联动与协同处置等功能，构建“机器巡检、实时上传、快速报警”的瓦检作业新模式。系统同步记录人员实时位置、巡检时长及路线轨迹，数据自动上传且不可篡改，实现从“被动应对”到“主动防控”的转变。

二、技术特点

系统核心突破四项关键技术。气体检测方面，采用双光程高精度激光甲烷技术、无交叉吸收的量子级联激光一氧化碳技术、高可靠激光氧气技术及超低功耗红外光学二氧化碳技术。挂轨式机器人采用本安驱动与本安充电技术，通过电-机-电能量转换与机器视觉自找准实现井下自动快速安全充电。轮式机器人融合SLAM自主定位与导航技术，在井下受限空间内实现自主巡检。系统采用UWB无线通信实现数据采集与可靠传输。软件平台基于响应式Web开发，实现PC端、移动端、井下防爆终端多平台无缝适配。适用于煤矿井下各类瓦斯巡检场景——针对有人作业的采掘工作面采用光干涉数显甲烷测定器；针对采掘工作面进风巷、机电材料硐室、固定作业点、矿井总回风、采区回风巷、停风地点栅栏外等场景采用矿用固定式智能瓦斯巡检装置及便携式多参数检测仪；针对胶运大巷等多个检查点集中连片区域，采用矿用本安挂轨式巡检机器人；针对变电所、水泵房等瓦斯可能积聚或者浓度可能超限的固定场所及相关区域，采用矿用轮式巡检机器人；针对密闭采空区自然发火状态的检测，采用全光学本安泵吸式密闭采空区矿用本安型自然发火多气体检测装备，可选择定点固定式巡检或车载移

动式巡检。所有瓦斯巡检检测点的检测数据通过本地的矿用本安型显示屏实现就地显示及数据上传。

三、应用情况

已在国家能源集团青龙寺煤矿成功应用，取得良好的应用效果。在胶运大巷部署2台挂轨式巡检机器人，实现1500 m范围7个瓦检点的常态化无人巡检；在胶运正巷密闭采空区部署自然发火多气体检测传感器；在变电所、水泵房部署轮式巡检机器人；在各类固定检查点部署定点式全光学多参数传感器及本安型显示屏。固定检查点的瓦斯巡检还应用在山东能源枣庄矿业、山东济宁矿业集团。系统打通“感知—分析—决策—执行”智能循环，实现巡检数据自动采集上报上传、异常自动报警、多系统联动应急响应。系统显著提升了煤矿瓦斯巡检智能化水平，标志着煤矿瓦斯巡检正式迈入新阶段。该系统契合2025版《煤矿安全规程》瓦斯巡检的相关要求。系统可解决煤矿瓦斯巡检“路线长、用工多、监管难（假检漏检）”等行业痛点，有效降低人工巡检工作量与安全风险。随着煤矿智能化建设加速推进，该系统在各类井工煤矿具有广阔的推广应用前景。



3.4 矿用本安型气雾喷洒控制器

申报单位：济南矿用电器有限公司

一、基本情况

该控制器填补了煤炭井下烟雾、温度传感器在线检测技术空白，攻克井下危险复杂环境下传感器现场在线检测难题，降低作业劳动强度，消除安全隐患，解决传感器现场工况试验短板。相较传统检测方式，设备结构简单、操作便捷、安全可靠，不损伤传感器，大幅节约人力与测试成本。产品符合《煤矿安全规程》及智能矿山建设相关要求，安全及经济效益突出，取得矿用产品安全标志证书和防爆合格证，已申报多项国家专利，具备良好推广应用价值。

二、技术特点

KXH4.8Q矿用本安型气雾喷洒控制器采用矿用本质安全电路设计，符合GB/T 3836.1/2/4—2021《爆炸性气体环境用电气设备通用要求》，工作电压4.8 V、电流≤1 A，防爆标志Ex ib I Mb。整机配有控制按键、烟雾模拟气喷洒口、温度发热仓、照明灯及温压表等装置，外形尺寸74×49×999 mm，重量仅约2 kg，搭配加长杆作业长度可达2.7 m，结构轻便灵活，适配井下皮带巷、硐室等受限复杂作业空间。设备通过定量喷洒我厂生产的烟雾模拟气，可对现场运行的绝大部分厂家烟雾传感器进行在线检测。配套发热包可对全型号温度传感器进行升温测试，在井下真实工况下直接核验烟雾、温度传感器的报警阈值、响应时延与探测灵敏度，全程不拆机，不影响监测系统正常在线运行。该烟雾模拟气雾剂已通过CNAS/CMA权威危险性鉴定，依据GB 30000—2013、GB/T 21630—2008、GB/T 21631—2008标准检测，不属于危险化学品，不可燃无毒，安全可靠，单罐试剂可完成约150次检测，发热包可稳定50~68 ℃持续供热5 h。将传统“拆卸、升井、标定、回装”复杂作业，简化为“安装、喷射”两步作业，避免拆装损伤防爆壳体及电缆引入装置，解决地面标定与井下工况不符导致的校验失真问题。

设备操作简单，经简易培训即可作业，支持高频预防性校验，可及时发现传感器隐性失效，补齐智能矿山感知层设备安全管理的关键短板。

三、应用情况

山东能源集团鲁西矿业有限公司山东李楼煤业、梁家煤矿、山东滕州辰龙能源集团有限公司滕州市金达煤矿、滕州郭庄矿业有限责任公司锦丘煤矿、山东鲁泰控股集团有限公司太平煤矿等。以上为我司产品部分煤矿应用案例，各矿井使用反馈良好。产品大幅降低了传感器拆卸过程中的人为损坏率，有效缩短传感器检测周期，减少无效人力与财力消耗，有力保障煤矿安全监测设备稳定运行，助力智能化煤矿建设发展。





3.5 井下矸石破碎及转运充填降尘设备

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：北京普瑞众合国际科技有限公司

一、基本情况

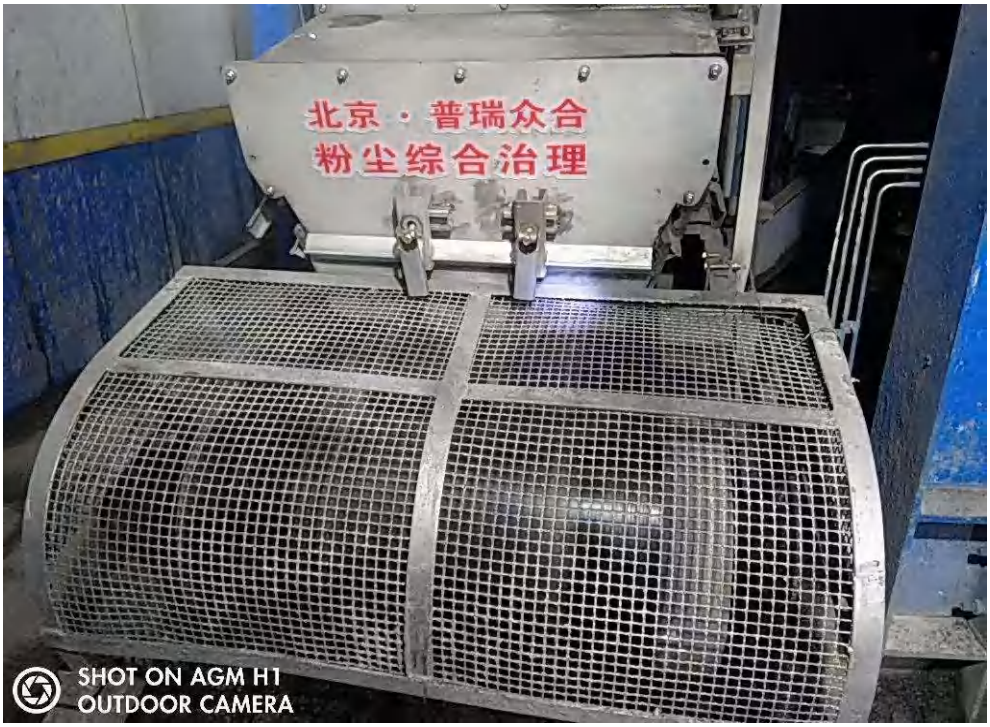
本成套装备针对煤矿井下充填硐室矸石破碎、皮带转载筛分多点无组织粉尘治理，集成无动力密闭抑尘、多级微雾、负压湿式净化、智能监测联动系统。实现源头抑尘+捕集净化一体化，可与生产设备联锁，具备粉尘超标预警、故障报警，有效降低全尘、呼吸性粉尘浓度，改善井下作业职业健康条件，防范粉尘爆炸风险。项目已通过山东煤炭学会科技成果鉴定，达到国际先进水平。

二、技术特点

采用“源头卸压回流抑尘+双流体微雾凝并+负压湿式净化+智能监测调控”复合技术，通过闭环回旋降尘腔、卸压箱消减落料诱导风，从源头抑制粉尘逸散；逃逸粉尘经集尘系统收集，微雾使微细粉尘凝并，湿式单元完成净化；PLC系统采集粉尘传感器数据，实现设备联锁、超标预警、自动调控。成套装备包含无动力导料装置、B6型回程清扫装置、多级微雾单元、负压湿式除尘机组、智能监控平台。适用于煤矿井下充填硐室、矸石破碎、皮带转载、筛分产尘治理；设备满足井下防爆要求，适应井下潮湿多粉尘工况；耗水量低，不影响矸石充填物料性能。

三、应用情况

已应用于山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿井下充填硐室。应用效果：破碎、转载各产尘点位得到有效治理，呼尘降尘效率可达84.8%~92.6%；系统与井下生产设备联动，运行稳定可靠，降低岗位粉尘浓度，减少人工清扫工作量。推广前景：可广泛应用于煤矿井下充填硐室、破碎硐室、皮带转载巷道，也可推广到洗煤厂、金属矿山破碎转运岗位，模块化成套，复制性强，矿山粉尘治理领域推广价值大。


北京 · 普瑞众合
粉尘综合治理
SHOT ON AGM H1
OUTDOOR CAMERA


SHOT ON AGM H1
OUTDOOR CAMERA

3.6 智能矿用主通风机

申报单位：诺顿风机（潍坊）有限公司

一、基本情况

智能矿用主通风机是诺顿风机（潍坊）有限公司自主研发的新一代矿山智能化通风装备。装备集成智能感知、变频调速、远程监控、故障诊断及能耗优化等功能，适用于煤矿、金属矿及非金属矿主通风机房，可适配工频/变频双模式运行。整机已取得矿用产品安全标志（MA）认证，具备高效低噪、运行可靠、节能降耗、智能化运维等显著先进性，有效解决传统主通风机能耗高、调控粗放、故障预警滞后等痛点。

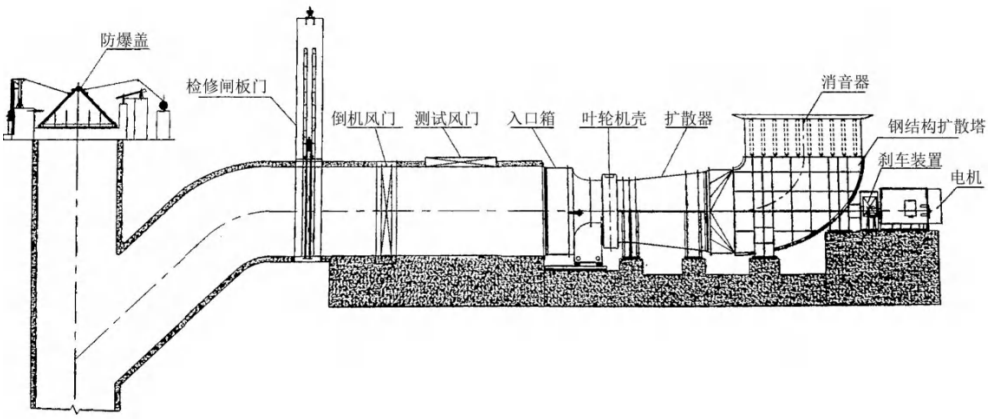
二、技术特点

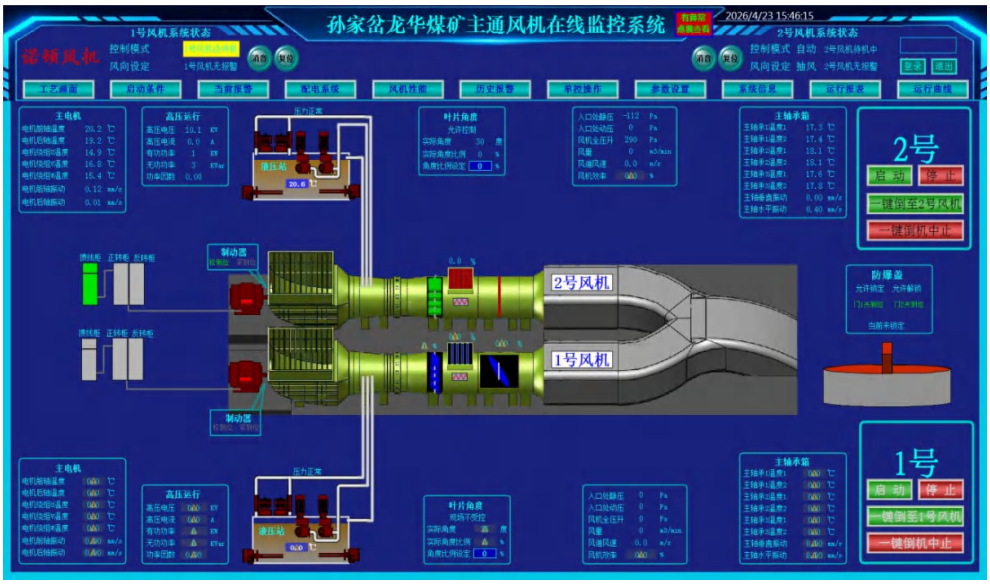
基于流体动力学CFD仿真优化的轴流式叶轮设计，配套PLC智能控制、变频驱动、智能传感、振动温度在线监测及云平台数据采集，实现风量—风压自适应调节、运行参数远程可视化、异常预警与故障自诊断。适用于瓦斯矿井、金属矿及非金属矿主通风机房，适配海拔≤2000 m、环境温度-20 ℃～+40 ℃、相对湿度≤95%（25 ℃）工况。装备风量覆盖50～600 m^3/s、风压500～6000 Pa全工况区间，支持工频/变频双模式运行，适配防爆与非防爆场景。技术特点：一是高效气动，基于CFD优化的叶轮，最高全压效率≥87%，运行区宽，喘振裕度大；二是智能调速，变频驱动+动叶联动调节，按需供风；三是智慧运维，振动/温度/电量多参数在线监测，故障预警准确率≥95%，支持手机/PC远程监控；四是安全可靠，取得MA安全标志，具备反风性能，满足MT/T 1004与AQ相关标准；五是绿色低碳，机旁噪声≤85 dB(A)，运行能耗低于行业基准15%以上。

三、应用情况

已在山东、山西、内蒙古、安徽等50余座矿井投入使用，典型项目包括开滦集团兴无煤矿FCZNo28/1600(I)主通风机改造、兖矿集团赵楼煤矿主通风机改造等；装备运行稳定可靠，故障率较传统机型下降

60%以上；智能化调节减少岗位用工，实现井下通风“无人值守”；单台年节电数万kWh，安全与社会效益显著；契合矿山智能化、绿色低碳发展战略，符合山东省矿山安全生产先进适用技术装备遴选方向，具备在全省乃至全国矿山大规模推广应用的基础与价值。





3.7 瓦斯抽采钻孔智能管控系统

申报单位：中煤科工集团沈阳研究院有限公司

合作单位：兖煤万福能源有限公司

一、基本情况

针对井下瓦斯抽采钻孔抽采效果依赖人工巡检、采集频次低、难以精准掌握各钻孔抽采效果等问题，以单套巡检调控装置配合一台瓦斯多参数测定仪，通过分时导通实现对采空区12组钻孔瓦斯浓度、流量、负压、温度的高频自动巡检与负压协同调控，配套可视化监控平台与SVM智能调控模型，实现“自动巡检-智能分析-精准调控”一体化，替代人工巡检，提升瓦斯抽采效率与安全管理水平。

二、技术特点

系统采用“一巡多”分时导通原理，单套巡检调控装置经PLC控制器按巡检逻辑控制，将单台钻孔瓦斯多参数测定仪与各钻孔分时导通，实现抽采区域多组钻孔浓度、流量、负压、温度等参数的高频轮询采集与导通协同调控；系统按“感知层-传输层-平台层-应用层”四层架构构建，数据经井下环网实时上传地面监控平台；基于高频监测数据融合SVM监督学习构建的抽采负压智能调控模型，科学分配各钻孔抽采负压。无需每个钻孔安装传感器，设备集约、体积小、配套简单、成本低、易维护；测量精度高（瓦斯浓度±2%、流量±3%、负压±5%、温度±0.5 ℃），巡检频率不低于30次/天，支持多组钻孔轮巡，传输延迟不大于1秒，塌孔漏气等抽采异常检测准确率不低于90%。适用于煤矿井下高位钻场、定向钻场等重点抽采区域，适配顺层钻孔、穿层钻孔、定向钻孔等钻孔类型，兼容低负压、高负压等不同抽采工艺，可实现本煤层、采空区等区域瓦斯抽采精准管控。

三、应用情况

已应用于山东万福煤矿。替代人工巡检，实现了钻孔级精细化管控与抽采负压精准调控，提升了瓦斯抽采效率与安全管理水平。推广前景：契合国家矿山智能化建设与瓦斯抽采精细化管理等政策导向，

装备集约、成本低、可复制性强，适用于各类重点瓦斯抽采区域的精准管控。





3.8 高负压高效地面固定瓦斯抽采泵井下移动瓦斯抽放泵站

申报单位：淄博水环真空泵厂有限公司

合作单位：兖煤万福能源有限公司

山东唐口煤业有限公司

一、基本情况

地面固定瓦斯抽采水环真空泵：以水为密封介质，实现全程等温压缩，无金属摩擦打火风险，完美适配易燃易爆瓦斯抽采工况。具有抽采负压高、效率高、抽气量大、平稳可靠、维护简便等优点，是煤矿瓦斯治理系统的核心安全设备。井下移动式瓦斯抽放泵站：在高效高负压水环真空泵基础上集成移动底盘与矿用安全控制系统，智能化程度高，可灵活布置于井下各区域，弥补地面抽采系统覆盖盲区，可随工作面推进快速搬迁调整。

二、技术特点

水环真空泵是以水作密封液，通过偏心安装的多叶片转子周期性改变腔室容积，实现气体抽排并形成负压的真空获得设备，在煤矿行业被广泛称为瓦斯抽采泵。本次申报的高负压高效固定地面瓦斯抽采水环真空泵及井下移动式瓦斯抽放泵站，适用条件全面覆盖煤矿安全生产中的地面瓦斯抽采利用场景，以及井下上隅角、局部超限区域的临时瓦斯抽采等核心作业场景，核心技术特点如下：针对传统水环真空泵在高负压工况下抽气速率衰减快、负压不足的行业短板，优化分配器结构设计，开发排气回流优化技术，缩短泵腔内气液两相的流动路径，在保障极限负压稳定输出的同时，大幅提升高负压工况下的有效抽气量。自主研发的8种规格水环真空泵产品填补国际同类装备的技术空白，将行业原有最大抽气量从600 m³/min提升至3000 m³/min，节能效果显著，比功率由西门子等欧美公司同类产品的1.2 kW/（m³/min）降至0.97 kW/（m³/min），节电20%以上。在高负压高效水环真空泵的成熟技术基础上，集成设计移动底盘与本安型安全控制系统，开发出井下移动式瓦斯抽放泵站，配套断水保护、瓦斯超限保护、流量实时

监测等智能化控制功能，可灵活布置于井下任意作业区域，有效弥补地面抽采系统的覆盖盲区，能够随采掘工作面推进快速完成搬迁与工况调整。

三、应用情况

高负压高效地面固定瓦斯抽采泵及井下移动泵站已在山东能源兖煤万福能源、唐口煤业、梁宝寺矿、白庄煤矿、赵官能源，山能陕西邵寨矿、正通煤业、亭南矿、水帘洞煤矿，内蒙长城三矿等广泛应用。设备可靠性强，高负压抽采能力突出，节能优势显著，大幅提升煤矿瓦斯治理效率，为矿井安全生产筑牢关键防线。产品技术优势突出，市场占有率处于行业领先，国内瓦斯抽放设备市场占比超70%，在山西、陕西煤炭大省市场份额达90%以上，已在国家能源、中煤集团、陕煤集团、阳煤集团、潞安集团、河南能源、平煤集团、贵州能源、龙煤集团、冀中能源等大型煤炭企业规模化推广，行业应用认可度高，后续市场推广前景广阔。





3.9 煤矿防灾减灾快速隔离密闭系统

申报单位：山东金科星机电股份有限公司

合作单位：山东科技大学

一、基本情况

该系统主要由上位机及软件APP端、智能控制器、矿用摄像仪、不间断电源、快速密闭门、各类传感器等组成，实现井下火灾时快速控制快速密闭门关闭密闭的目的，实现就地、远程控制，并可在停电状态下能够安全、可靠地控制快速密闭门密闭动作,实现了系统的精准监测、智能控制、数据共享、协调联动，提高了矿井抗灾、救灾的能力，保障矿井安全生产，具有高强度防护性，抗冲击性能不小于0.8 MPa，耐高温性能达800 ℃以上；灾害发生后能够做出快速响应，联动关闭时间不大于1 min；控制系统配置后备电源，停电后可保障设备连续运行不低于4小时；具备AI视觉识别功能，在隔离密闭危险区域安设“AI电子围栏”，实现人员进入危险区域时，系统自动触发声光报警提示;建有矿井灾害智能安全管控平台，实现矿井主要灾害的全面感知、精准预警、应急辅助及防灾治灾联动。

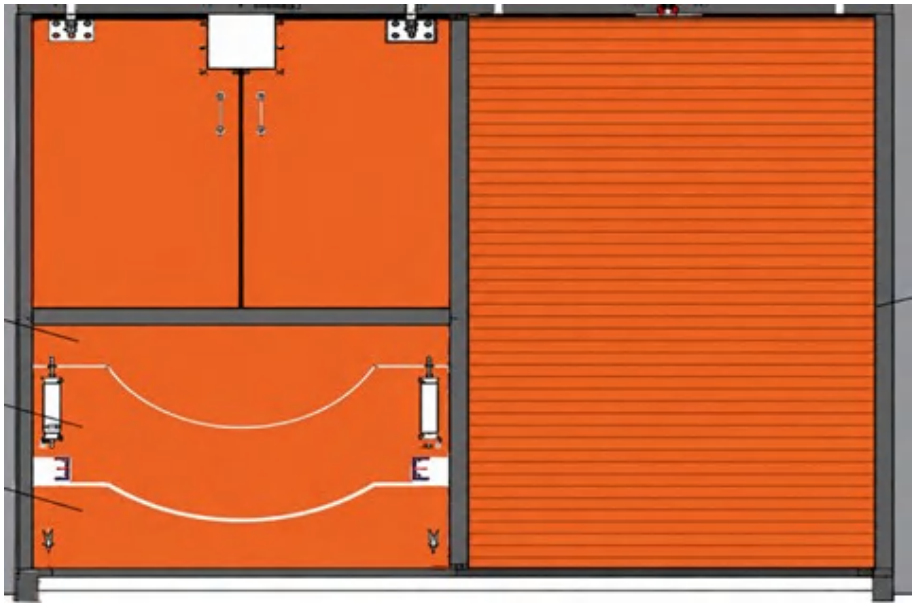
二、技术特点

该系统依托井下多源环境感知设备，实时监测瓦斯、一氧化碳、温度等灾害参数，可自动识别井下火灾、瓦斯异常等灾变风险，支持远程、就地、手动应急三种驱动模式。灾变发生时，系统快速触发高强度密闭门体闭合，通过机械锁紧与多级密封结构，瞬时封闭巷道断面、切断风流通路，实现高危灾区快速隔离。同时装置可联动巷道双侧密闭设备，形成闭环隔离防护，并实时监测密闭内外环境参数，稳定阻隔火焰、有毒烟气与爆炸冲击波，有效遏制灾害蔓延，规避人工密闭作业的安全风险。主要应用于矿山井下综掘工作面、综采工作面，在发生火灾、瓦斯爆炸、有毒有害气体溢出等灾变工况时，集灾害感知、远程联动、快速密闭、在线监测于一体，在灾变条件下快速封闭

巷道断面，切断风流通道，隔绝火区、抑制灾害扩散，保护作业区域，避免灾害沿巷道蔓延扩大。

三、应用情况

已经在山东能源集团、陕西煤化工集团等30多个煤矿进行应用，均成功通过灾变模拟工况检验，在多次井下火灾异常预警处置过程中，均能按预设流程快速完成巷道密闭，成功阻止灾害扩大，未出现一次误触发、动作失效情况，完全规避了作业人员进入危险区域的伤亡风险，得到了试用单位安全管理团队与一线作业人员的一致认可。煤矿事故中近70%是由于瓦斯爆炸、火灾、透水事故引起的，该系统可实现井下灾变远程快速隔离，阻断瓦斯、火灾灾害扩散，规避救护人员现场密闭作业风险，契合矿山安全监管与智能化建设要求，市场前景广阔。



3.10 基于巷道粉尘浓度和通风监测的智能干式除尘装置

申报单位：山东华睿电气有限公司

合作单位：中铁工程装备集团股份有限公司

一、基本情况

基于巷道粉尘浓度和通风监测的智能干式除尘装置中的矿用隔爆兼本安型监控分站可根据粉尘浓度大小实时自动调整抽出式通风机的运行频率，达到节能降耗的目的。监控分站根据干式除尘器前后的压差大小智能开启干式除尘器滤板反吹清灰，减少干式除尘器的维护量，延长干式除尘器滤板的使用寿命。矿用隔爆兼本安型监控分站根据巷道内的超声波风速传感器监测的风速数据，智能调节分风装置内开启角度，调节局部通风机正压风筒吹向巷道内的风量，保证掘进工作面司机处的风量。整套装置接入地面控制平台，可远程监测与控制。

二、技术特点

智能干式除尘装置主要由矿用干式除尘器主机、矿用防爆抽出式对旋轴流局部通风机、矿用粉尘浓度传感器、矿用压差传感器、超声波风速传感器、矿用隔爆兼本安型监控分站、分风装置、负压风筒、吸尘罩、吊轨和滑轮、气动伸缩杆、干式除尘器远程在线监测预警系统等组成。风机和干式除尘器主机之间通过1节负压风筒连接，并安装在矿用履带式车上，可以实现自动前进和倒退功能。根据实时测量的吸尘罩处的粉尘浓度大小，监控分站通过变频器启动矿用干式除尘器的抽出式通风机，矿用干式除尘器将含尘气流利用负压作用经集气吸尘罩和风筒，进入除尘器的过滤室，粉尘被捕集在褶式滤筒的外壁，净化后的空气通过滤筒进入净气室后经局部通风机排出。沉积在滤筒上的粉尘达到一定量时（即安装在矿用干式除尘器上的差压传感器测量值大于100 Pa时），监控分站逐一启动清灰脉冲阀，通过压缩空气气流反吹将滤筒外壁积尘吹落在底部的卸灰装置里，监控分站智能打开挂板卸灰装置，随后粉尘被集中排出至输送皮带上运送至煤仓。适用于矿山井下巷道开拓或隧道掘进工作场景中（高瓦斯环境除外）。

三、应用情况

目前该智能干式除尘装置已在内蒙古大雁煤矿、中煤新集能源股份有限公司、济宁能源集团金桥煤矿、国家能源集团宁煤羊场湾煤矿等多处煤矿井下的掘进工作面进行了应用。现场使用后降尘效果显著，现场掘进机司机处的粉尘浓度由开启前的895 mg/m^{3}降低至开启后的11 mg/m^{3}以下，降尘效率达99%。该智能干式除尘装置显著降低了井下工作现场的粉尘浓度，改善了工作环境，清晰的视线和健康的呼吸环境使工人能够更有效地完成任务。避免因粉尘引起的设备磨损和故障，减少了维修和更换设备的成本。智能控制技术能够根据粉尘浓度和通风需求动态调整运行状态，降低不必要的能源消耗。高效的过滤系统减少了风机负荷，降低了电力消耗。具有极高的推广价值与前景。



3.11 矿井AI大模型视觉识别粉尘治理与智能喷雾降尘装备

申报单位：济南沃尔菲斯科技有限公司

一、基本情况

矿井AI大模型视觉识别粉尘治理与智能喷雾降尘装备通过应用高清视频和深度学习模型视觉监测粉尘浓度，除了彻底解决传统粉尘浓度传感器由于井下环境恶劣粉尘浓度大难以稳定可靠工作的问题外，还能解决无法识别尘源和扩散路径的难题。在行业内首次研发矿用超声波干雾抑尘系统，利用高频超声波将水雾化成1～10 μm的干雾颗粒，抑尘效率可达90%以上，耗水量仅为传统喷雾除尘的10%～20%。配合压力自适应雾化喷嘴阵列，将粉尘捕捉率提升至98.6%，单次抑尘作业能耗降低40%。

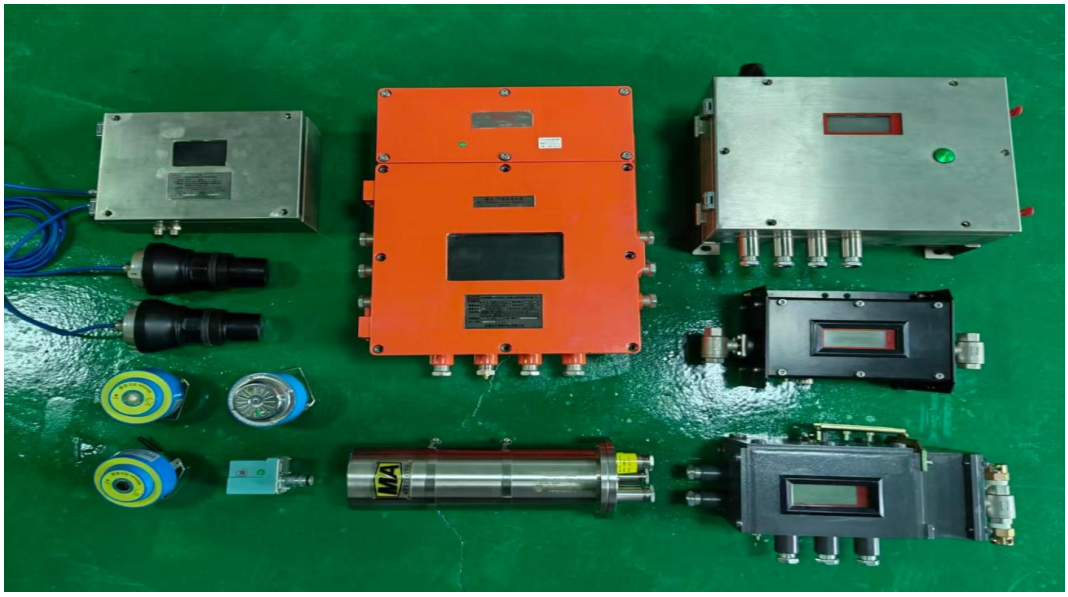
二、技术特点

矿井AI大模型视觉识别粉尘治理与智能喷雾降尘装备融合AI大模型、视觉识别、数字孪生、大数据等新一代人工智能技术，与传统技术相比具有显著创新性：AI大模型应用：采用“预训练+井下微调+边缘部署”三段式大模型，融合图像、传感器与拓扑数据，经百万级真实及模拟数据训练，实现通风参数实时分析。响应速度较同类产品提升60%，控制精度从行业内的70%提升到90%，能耗较同类产品降低30%。视觉识别技术创新：开发基于视觉分析的尘源跟踪及粉尘浓度识别和井下低照度环境粉尘视觉识别算法，识别准确率≥95%，解决传统粉尘传感器在粉尘遮挡下的失效问题。目标识别准确率96.80%，识别响应时延420 ms，复杂环境鲁棒性合格。双流体雾化技术创新：采用双流体雾化技术，雾化粒径5～10 μm，除尘效率≥95%，不影响物料含水率。同行业横向对比：经山东省化工信息中心查新（报告编号：202565312054），国内未见与本项目查新点相同的文献报道。经山东省装备制造业协会科技成果评价（报告编号：37ZB2026030032）。抑尘率97.6%（行业平均≥96%，数据来源：公开行业资料及第三方检测报告），雾粒直径6.3 μm（行业平均≤10 μm）。

三、应用情况

目前已在煤炭行业10 余家大型煤矿完成应用落地，包括新疆天业仲华矿业东沟煤矿、霍州煤电集团辛置煤矿、山西晋煤集团岳城煤矿、阳泉煤业集团长沟煤矿、 陕西陕煤铜川矿业玉华煤矿柴家沟井、山西汾西矿业集团（柳湾煤矿、中兴煤业、灵北煤矿）、山西汾西太岳煤业等，效果稳定，为下游煤矿降低综合成本近20%。通过行业展会、技术交流会进行产品推介。





3.12 矿用无线智能喷雾降尘系统

申报单位：山东科大机电科技股份有限公司

合作单位：苏州德姆斯信息技术有限公司

一、基本情况

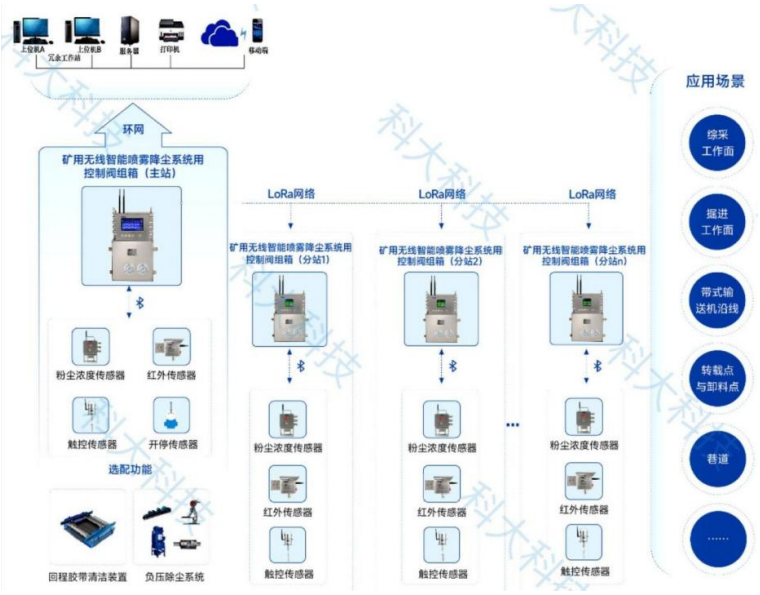
矿用无线智能喷雾降尘系统主要由控制主站、控制分站、粉尘浓度传感器、热释传感器、触控传感器、管路以及网络监控平台组成，基于粉尘浓度、设备运行状态、人员状态等监测信息，自动控制电动阀门开闭，并实时显示粉尘浓度与喷雾状态，实现自动化降尘抑尘。控制主站能够与多个控制分站组网，构成喷雾降尘装置或系统。通过控制主站对网络内的控制分站进行监测与配置。喷雾结束后可对水路过滤器进行自动反向冲洗，提高可靠性。

二、技术特点

本项目采用LoRa无线网络组网，各个分站既作为通信终端节点，又作为通信路由节点，需要研究最小跳数路由算法使分站节点通过多跳方式与汇聚节点（主站）通信，减少与均衡各节点能量消耗，使其更加符合长条状煤矿巷道中的要求。项目中控制阀组箱（分站）、监测传感器均可采用电池供电形式，低功耗蓝牙无线通信协议、节能算法以及优化执行机构动作逻辑将大幅度提高电池使用寿命。另外，电动阀门的耗电量较大，采用气动先导技术，可以代替电动阀门，无需供电。研究自动化的水路冲洗排污装置，通过气体分配阀实现水路自动换向，对过滤器进行反向冲洗，可大大提高喷雾降尘设备的可靠性，减少维护工作量。将人员、输送机物料的状态、粉尘浓度等相关因素作为喷雾系统动作的执行条件，体现了人性化的科学理念，也进一步提升了除尘效率。适用于井下瓦斯煤尘爆炸环境，包括综采工作面、掘进工作面、输送机沿线、转载点与卸料点等，外壳防护等级不低于IP65，同时也可用于地面露天矿山。

三、应用情况

本项目产品已在临沂会宝岭铁矿、山西华晟荣煤矿、山西蒲县宏源集团凤凰台煤业等20余家单位应用，项目完成单位新增销售收入560万元。系统除尘效率超过90%，降低了爆炸和设备短路风险，防止浓度超标危害操作和影响机器设备运转，减少了设备损坏和财产损失。减少了作业人员职业病危害，改善环境质量，符合我国生态文明建设及可持续发展战略。2025年国内喷雾降尘装置市场规模超过350亿元人民币，预计到2030年将增长至650亿元人民币，复合年增长率约为12%。以建筑、化工、矿山等高排放行业需求最为旺盛，具有广阔的市场前景。



3.13 KSS-300便携式微型色谱分析仪

申报单位：淄博祥龙测控技术有限公司

合作单位：兖煤万福能源有限公司

枣庄矿业（集团）有限责任公司田陈煤矿

一、基本情况

KSS-300便携式微型色谱分析仪可在3分钟内完成12种矿井气体的快速分析，分析灵敏度1×10^{-6}，分析范围1×10^{-6}～100%。产品小巧轻便，可以通过随身携带或车载等方式，快速部署到任意地点进行快速分析。同时内置电池，整机可保证不低于8小时的工作续航。可为煤矿企业的火灾防治、生产安全、应急救援提供决策支持，是矿山应急救援、日常巡检的必备装备。

二、技术特点

便携微色谱基于微型气相色谱分离原理，依托MEMS微机电芯片技术实现设备微型化。设备以高纯惰性气体为载气，通过精密EPC气路控制系统稳定气压与流量，待测气体经自动进样阀定量取样后，送入微型色谱柱。利用不同气体组分在色谱柱内吸附、溶解、扩散速率的差异，各组分被逐一分离并按固定顺序流出。分离后的气体进入微型检测器，将浓度信号转化为电信号，经系统采集、运算处理后，生成色谱图谱与精准浓度数据。设备结合快速温控技术，大幅缩短分析周期，同时依托自动校准算法，保障复杂现场环境下检测的稳定性与准确性。可适用于煤矿井下甲烷（瓦斯）及煤尘爆炸环境进行实时的矿井气体监测，此外可适用于户外、车载、实验室等各类气体监测现场场景。产品体积小巧，不受地形气候限制，可通过随身携带或车载等方式，快速部署到气体监测现场。可通过平板、电脑、手机等任意操作终端，实现对仪器的操作控制及数据查看。因此，本产品适用于煤矿井下自然发火监测气体现场分析、束管监测气样抽检、密闭墙内气体检测及矿山应急救援灾变气体快速分析等场景。

三、应用情况

产品已在全国76个煤矿单位及矿山救护大队应用。省内应用于兖煤万福能源、枣矿集团田陈煤矿等，省外应用于金沙县应急救援大队、新疆矿山应急救援总队等。通过应用该产品实现了CO、CH_4等12种气体的就地、快速检测，为煤矿火灾防治、应急救援提供可靠的数据支撑。该产品不仅是《矿山救援规程》《国家矿山应急救援队建设规范》等政策文件要求的必备设备，更是各煤矿提高矿井火灾防治水平的智能装备，因此具有较广的推广前景。





3.14 智能通风管控系统

申报单位：济南嘉宏科技有限责任公司

一、基本情况

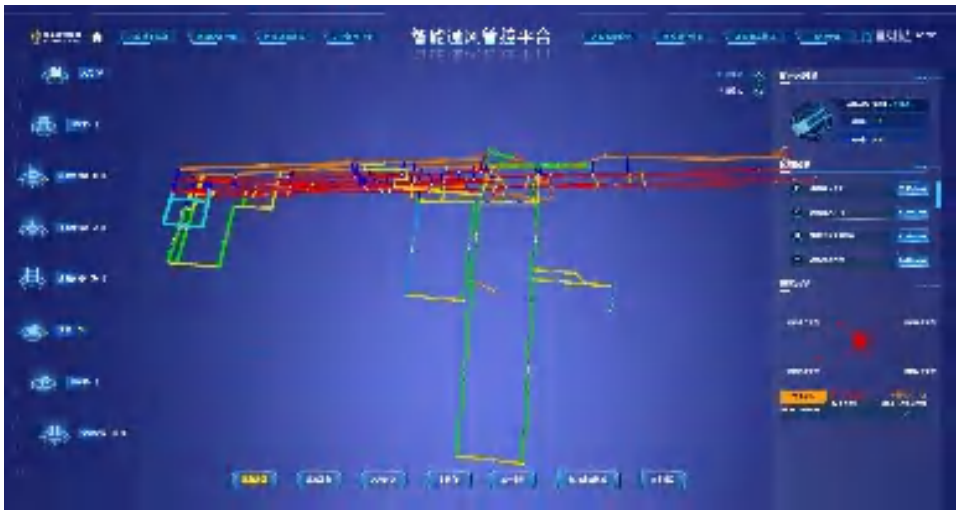
该装备以精准感知、智能调控、平台融合为核心：超声波换能装置自主移动实现全断面高精度自动测风；风门、风窗及风机远程智能调控，支持变频调速、角度调节及一键倒机/反风，具备风电瓦斯闭锁联动；八大软件平台涵盖监测、解算、预警、三维仿真及灾变控制，实现可视化智能决策；全链路物联组网，数据实时上传，故障诊断与调控协同响应，全面提升通风可靠性、节能性与应急抗灾能力。

二、技术特点

系统采用“感知—传输—决策—执行”闭环架构。感知层由自动测风装置（超声波换能）、风速/差压/多参数传感器及振动温度监测装置组成，实时采集断面风速、风压、风机工况（绕组温度、轴承振动、电压电流）及环境参数（瓦斯、CO等）。传输层通过工业总线组网，将数据可靠上传至地面服务器。决策层依托通风网络解算、异常预警、三维仿真等子系统，运用流体力学与网络算法，动态计算通风阻力、风量分配及灾变态势。执行层通过控制器远程调节风门开度、风窗面积、风机转速及动叶角度，实现智能调控。主要功能特点：一是精准测风，超声波装置在断面垂直移动，多点测量积分计算，消除人工误差，实时上传。二是智能控风，风门、调节风窗及主/局部通风机均支持远程启停、变频调速、一键倒机/反风，并与风电、瓦斯闭锁联动。三是平台融合，八大子系统覆盖监测、解算、预警、应急及三维仿真，支持可视化决策与灾变模拟，提升应急响应。适用于煤矿（高瓦斯、突出矿井）及非煤矿山（金属、非金属）通风系统智能化改造。安装于回风巷、测风站、风门硐室、风机房等场所，设备满足防爆、防潮、抗冲击要求，可在粉尘、高湿、腐蚀性气体环境下稳定运行。矿井需具备稳定供电（AC 127 V/660 V/1140 V）及工业以太网/总线通信条件，适用于新建或升级改造项目。

三、应用情况

已在山东、山西、陕西、内蒙古等多个大型煤矿集团投入运行，覆盖高瓦斯、突出矿井及复杂通风网络矿山。有效避免了因通风异常引发的瓦斯积聚风险，大幅减少人工测风与调风工作量，矿井通风系统可靠性和智能化管理水平显著提升。随着国家“智慧矿山”建设加速和矿山安全标准趋严，智能通风系统需求持续增长。市场空间广阔，预计未来3年内可在国内百余座大中型矿山推广应用，经济与社会效益显著。



第4部分　地质防治水

4.1 基于震电耦合与机器视觉的矿山水害灾变智能预警技术及系统

申报单位：山东科技大学

一、基本情况

本技术由山东科技大学研发，面向煤矿构造活化、底板承压水导升及导水通道形成引发的突水风险，融合微震—电法耦合监测、机器视觉识别与时序分析，实现水害灾变动态感知和分级预警。通过微震识别岩体破裂与裂隙扩展，通过电法感知含水异常，并自动分析电法图像中低阻区的数量、面积和颜色变化，为水害风险研判提供依据。已形成震电耦合监测软件及相关发明专利，相关研究成果获山东省科学技术进步奖二等奖、山东省技术发明奖二等奖。

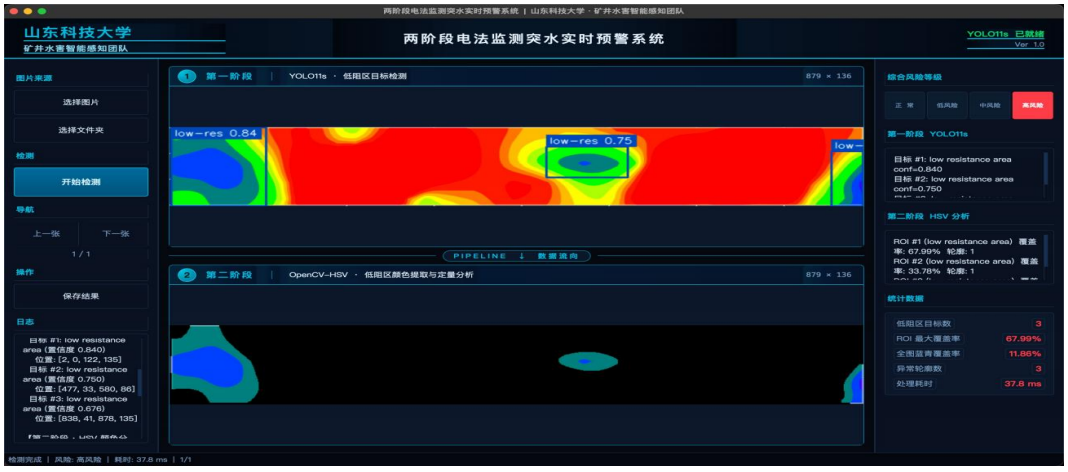
二、技术特点

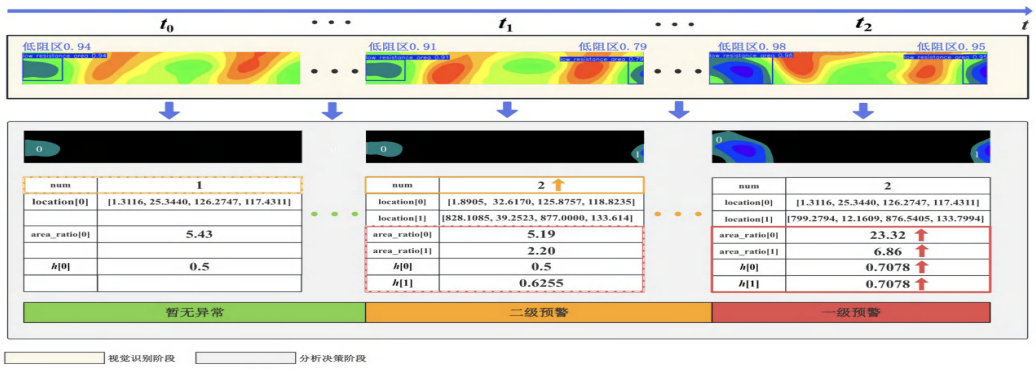
震电耦合感知水害灾变演化。依据构造活化、突水导升、通道形成演变三个阶段的特征，联合分析微震与电法监测信息。微震监测通过事件频次、能量及空间分布变化识别岩体破裂、构造活化与裂隙扩展；电法监测通过电阻率异常及其时空变化反映含水状态和水体迁移。将微震揭示的破裂位置与电法揭示的低阻异常相互印证，研判潜在导水路径及其发展趋势，为分阶段预警提供依据。机器视觉识别电法图像低阻区。采用“视觉识别—分析决策”两阶段处理方法：第一阶段利用轻量化深度学习模型YOLO11s识别电法监测图像中的低阻区域，输出位置坐标；第二阶段利用OpenCV-HSV颜色过滤算法提取低阻区域形状，量化区域数量、面积占比及颜色特征，将电法图像转化为可连续比较的风险特征数据，支撑低阻异常的自动定位与定量分析。时序对比触发分级预警。通过滑动时间窗口比较连续图像的低阻特征变化，按照由低到高的风险响应顺序设置二级、一级预警：新出现低阻区或低阻区数量增多时触发二级预警；低阻区颜色加深且面积扩大时触发

一级预警。结合震电耦合监测结果及地质背景综合研判，区分异常出现与异常发展，形成具有图像依据和演化特征支撑的预警信息。

三、应用情况

本项目已应用于山东宏河控股集团嘉祥红旗煤矿有限公司、安徽恒源煤电股份有限公司祁东煤矿。山东嘉祥红旗煤矿自2018年8月起应用水害隐患探查装备，实现矿井水文地质信息快速采集、传输与智能分析，提高原始数据获取质量和处理效率，支撑复杂条件下水害隐患精细探测、灾害风险识别与安全生产管理，保障煤炭资源安全高效开采。2024—2025年，项目相关成果在两家煤矿应用，累计新增煤炭产量106万吨，实现销售额74 225万元、利润34 895万元、税收15 118万元。其中，在山东嘉祥红旗煤矿应用实现销售额45 950万元、利润21 950万元、税收9676万元，取得了显著的经济效益。





4.2 定向长钻孔采空区减水治理及底板奥灰水防治技术与装备

申报单位：中煤科工西安研究院（集团）有限公司

合作单位：新汶矿业邱集煤矿

一、基本情况

2024年4月中煤科工西安研究院（集团）有限公司（以下简称“西安院”）与邱集煤矿合作实施井下定向钻项目，设计钻探工程量18 519 m，主要采用西安研究院研发生产的ZDY15000LD履带式全液压定向钻机及配套装备。项目由两部分构成：一是采空区减水。探查采空区底板导水裂隙发育情况，并对揭露的裂隙进行注浆封堵，减少采空区涌水量。二是回采工作面奥灰顶界面探查治理。超前探查回采工作面奥灰顶界面导水裂隙并注浆加固，提高煤层带压开采安全系数。

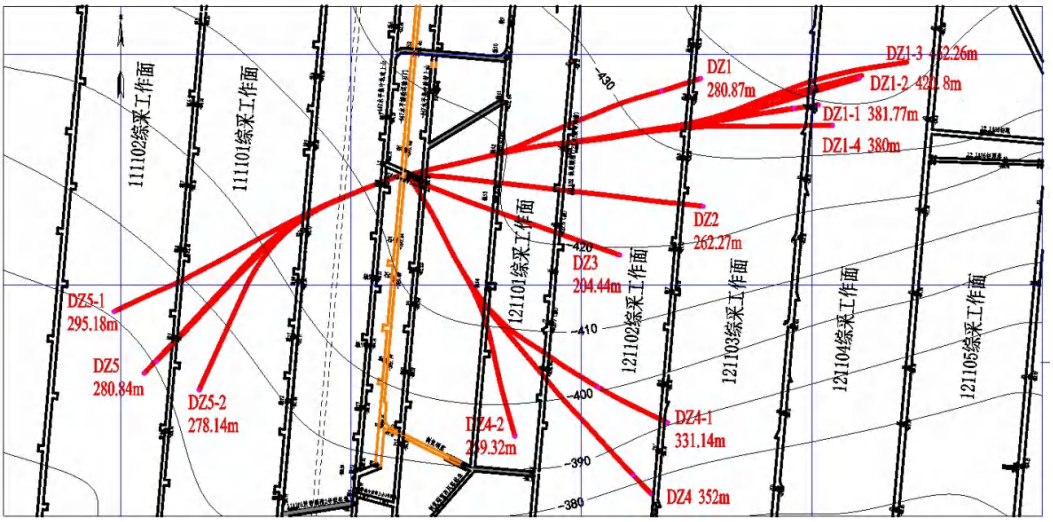
二、技术特点

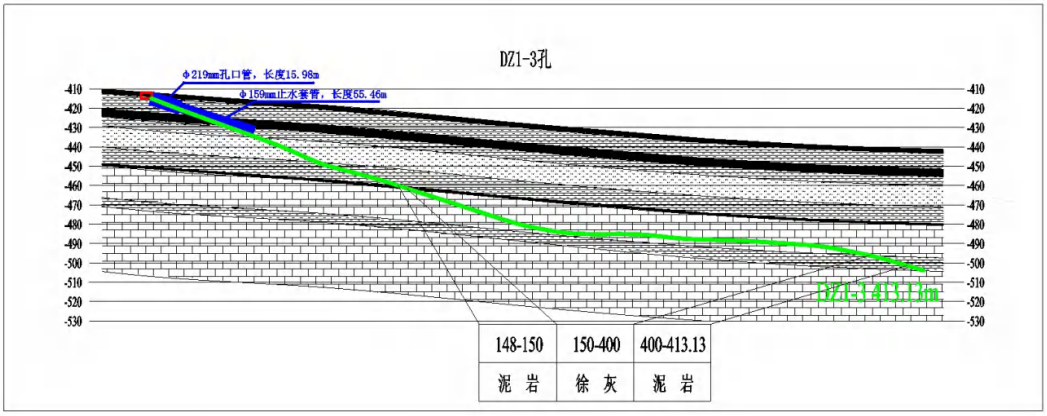
井下定向钻进技术核心原理是通过高压水驱动孔底带有一定弯度的螺杆马达，并利用随钻测量仪器实时监测钻孔轨迹，根据设计要求控制工具面角度，精准调整钻孔方位角、倾角参数，实现钻孔轨迹可控。主要用于矿山等领域的瓦斯抽采、水害防治等作业。其定向钻进技术以“线”性探查代替过去短钻孔的“点”状探查，提高了钻孔有效利用率，具有一孔多用等优点，能够大幅提升灾害治理效能。ZDY15000LD定向钻机及BLY460型泥浆泵车配套Φ89 mm无线泥浆脉冲随钻测量系统可靠性高、钻进能力突出、信号传输稳定、排渣能力强，保障了长距离钻孔的高效成功。

三、应用情况

通过采用定向钻成套技术与装备实施采空区减水项目，采空区底板涌水量由159 m³/h降低至49 m³/h，采空区减水110 m³/h，减水率为69.1%，实现每年节约排水费用192.72万元。121108工作面底板徐灰探查验证、奥灰治理工程通过采用定向钻成套技术与装备进行探查治理，累计完成定向钻进尺9 217.07 m，注水泥321.7吨。2025年8月《121108

工作面岩溶水害超前治理效果评价报告》通过山东能源集团组织专家评审，评价工作面奥灰突水系数为0.042～0.050 MPa/m，平均为0.045 MPa/m，达到带压开采要求。





4.3 工作面过大型岩溶陷落柱开采水害主动防控关键技术研究与应用

申报单位：济宁市金桥煤矿

合作单位：山东科技大学

一、基本情况

项目以金桥煤矿四采区 4312 工作面大型岩溶陷落柱为核心对象，针对陷落柱空间边界不易精准控制、导（含）水性判识难、采煤扰动下裂隙—渗流演化过程难以实时识别、过陷落柱开采安全性缺乏定量评价等问题，构建了集“预—探—控—监—评”于一体的全过程水害主动防控技术体系，实现工作面安全回采，显著降低陷落柱影响区突水风险。

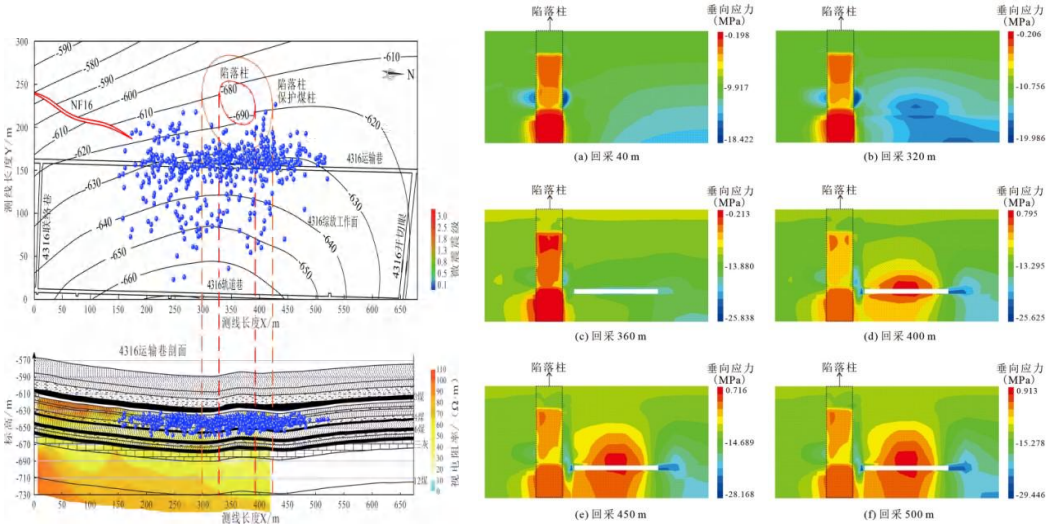
二、技术特点

本技术依托矿井水文地质、岩体力学、渗流力学等多学科理论，构建“预—探—控—监—评”全过程闭环主动防控体系，核心原理为采前预判水害风险边界、明确防控重点，通过井地协同多源探查融合三维地震、井下物探、钻探试验等数据，精准识别岩溶陷落柱空间形态、结构特征与导含水特性，依托地面定向分支钻孔注浆治理封堵潜在导水通道，搭配微震－电法耦合全时空监测，同步捕捉采动裂隙扩展与渗流异常演化规律、实现突水风险动态预警，结合多场流固耦合数值模型定量模拟采动应力、裂隙及渗流变化，校核开采安全性，突破传统单一探查、经验评判、被动治理的技术短板，具备多源验证、动态监测、机理可控、定量评价的突出优势。该技术适用于存在隐伏大型岩溶陷落柱、地质结构不均、导水性难判定，且受承压水威胁的复杂矿井工作面水害防控及安全回采场景。

三、应用情况

项目成果已应用于金桥煤矿 4316 和 4312 工作面。两工作面合计新增产值约 17.82 亿元，新增利润约 8.42 亿元，经济效益显著。同时，项目形成的“协同探查—精细评价—注浆治理—动态监测—数值校核

—安全评价”成套技术方法，可复制性和工程适用性强，可推广应用于华北型煤田奥灰承压水威胁区、岩溶陷落柱发育区及类似隐蔽构造影响工作面，对提高煤矿水害前置识别、过程预警和闭环管控能力具有重要推广价值。



4.4 基于钻孔数据的断层带模型智能构建技术及应用

申报单位：山东科技大学

一、基本情况

该技术基于断层带钻孔数据，结合随机裂隙叠加生成程序，获得了裂隙密度、岩体钻孔RQD值与渗透率之间的变化关系。构建以多源钻孔信息为基础、融合K- Means聚类算法与协同插值的断层带智能建模方法，通过钻孔控制区域范围内实体裂隙的线性延展和未探测区域RQD值参数赋值相结合的方法，构建了含断层带结构的数值分析模型，基于岩体钻孔RQD值可进行涌水量预测分析。解决传统断层数值建模参数难获取、压水试验成本高难题，可用于矿井突水风险研判、涌水量预计，为煤矿断层水害防治、安全评价提供技术支撑。

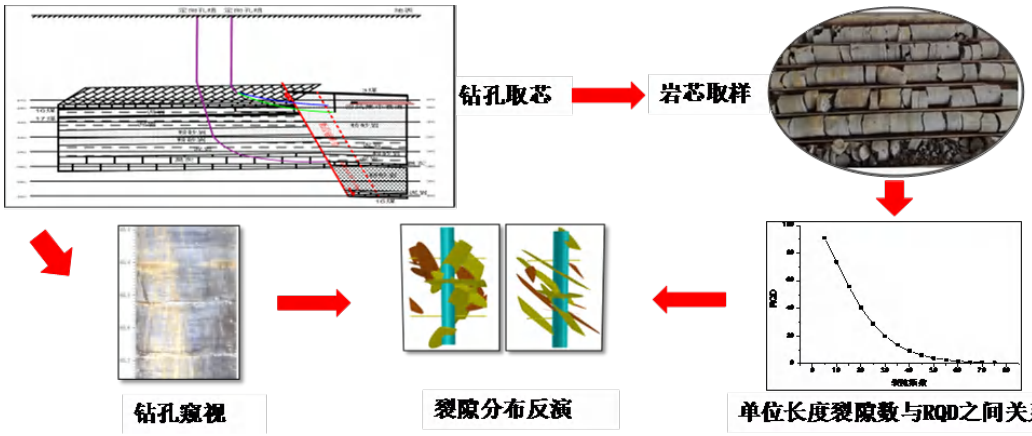
二、技术特点

利用钻孔数据推测岩体渗透率：基于现场钻孔取心、钻孔探测及三维扫描数据，提取裂隙数量、产状、开度及RQD等关键参数，对断层裂隙带结构进行反演分析，实现由钻孔一维信息向裂隙空间结构特征的转换。建立裂隙数量与渗透率以及RQD与渗透率之间的函数关系，实现利用常规钻孔RQD数据快速获取岩体渗流参数。利用钻孔数据进行断层带建模并进行涌水量预测：采用钻孔控制区域内实体裂隙延展与未探测区域RQD参数赋值相结合的方法，构建含断层带结构的数值分析模型，并开展采动条件下断层导水、渗透性演化及采空区涌水量分析，实现由钻孔数据、岩体质量指标到矿井涌水量预测的技术衔接，为断层突水风险分析和矿井水害防治提供依据。

三、应用情况

应用于山东枣庄矿业集团高庄煤矿。以实际地质条件为工程背景，利用现场钻孔RQD及渗透率测试数据对模型进行了验证，模拟结果与现场实测规律吻合。在此基础上，构建含断层裂隙带的三维数值模型，开展采动条件下断层导水及采空区涌水量预测分析，利用钻孔RQD快速确定渗流参数并进行矿井涌水量预测。技术依托常规地质钻孔数据，

无需新增大量专项试验，可在受断层水害威胁的煤炭矿山推广，用于水害预警、安全评价，具备较高工程实用价值。





4.5 掘进巷道随掘随探智能监测技术

申报单位：中煤科工西安研究院（集团）有限公司

一、基本情况

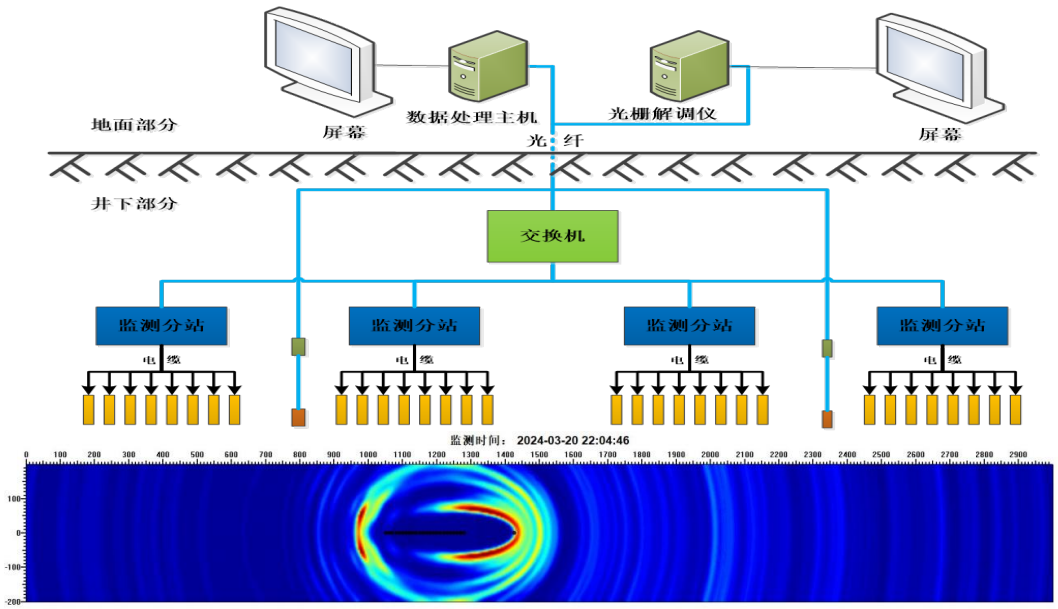
随掘随探智能监测技术以掘进机、盾构机为震源，通过连续记录掘进产生的震动信号，构建掘进工作面随掘地震探测平台，基于随掘地震数据的实时处理、动态成像等技术，实现掘进工作面前方150 m范围内地质构造的滚动精细探测和预测预报，形成掘进前方递进式地质透明化的一种地质保障技术。煤矿井下随掘地震探测技术是一个处于国际前沿的研究方向，可获取精准的采掘地质条件，提高采掘超前方地质异常体探测精度，是实现智能开采的关键，为煤炭资源的安全高效开采提供地质保障。

二、技术特点

随掘随探智能监测系统分为井下和井上两大部分。地面远程监测软件包含：随掘随探地震数据采集控制功能、观测系统控制功能、监测数据存储和处理功能及数据成像成图等功能；井下利用光纤以太网，使用IEEE1588协议将主站的时间同步到井下其他监测分站，同时向地面服务器传输随掘随探地震数据。随掘随探地震监测是在巷道掘进过程中，在巷道侧帮锚杆上布置传感器，采集由盾构机、掘进机截割煤岩壁产生的地震信号，该过程是一个连续、长期的监测过程。随掘地震数据处理与监测软件运行在工作站上，实时地从数据库中取得当前数据和参数，进行随掘随探地震数据的处理和成像，并通过软件界面实时显示巷道掘进前方和侧前方、切眼前方一定区域的地质异常情况。针对煤矿安全高效开采对隐蔽致灾地质因素动态智能探测的技术需求，开展以掘进机、盾构机为震源的随掘地震动态智能探测技术，综合发挥大数据、云计算、互联网的优势，实现煤矿井下掘进工作面前方和侧帮地质构造的智能超前探测；构建随掘地震监测平台，基于随掘地震数据的实时处理、动态成像等技术，为煤矿智能无人安全开采提供技术支撑。用于掘进工作面前方150 m范围内地质构造精细探测。

三、应用情况

该技术成功应用于山东李楼煤业有限公司北部轨道大巷工作面随掘监测，搭建了掘进工作面随掘地震监测平台，实际完成监测工作量1210 m，共计预报地质构造异常12处，与实际揭露位置平均偏差4 m，超前探测准确率为92%，取得了良好的应用效果。随掘监测可实现对煤矿井下掘进工作面前方一定区域或者工作面内部煤层中断层、陷落柱、煤层变薄区等静态地质条件精细监测，以及顶板破碎带、应力集中区、突出危险区等动态灾变条件的监测预警，也将为煤矿向智能化、数字化发展提供地质保障服务，具有广阔的应用前景。



4.6 空天地一体化矿山安全地质灾害预警技术

申报单位：山东省地质矿产勘查开发局第四地质大队

（山东省第四地质矿产勘查院）

一、基本情况

本技术面向矿山地质灾害防控核心需求，构建空天地一体化监测监管技术体系。整合高分辨率卫星遥感、无人机低空航测、地面物联网传感器多源感知数据，针对边坡失稳、地面塌陷、山体滑坡等典型矿山地质灾害，实现全域动态监测、隐患智能识别与超前风险预判。技术突破传统单点监测覆盖有限、预警滞后的瓶颈，具备全域覆盖、精准识别、超前预警的技术优势，显著提升矿山地质灾害安全监管的智能化与精准化水平。

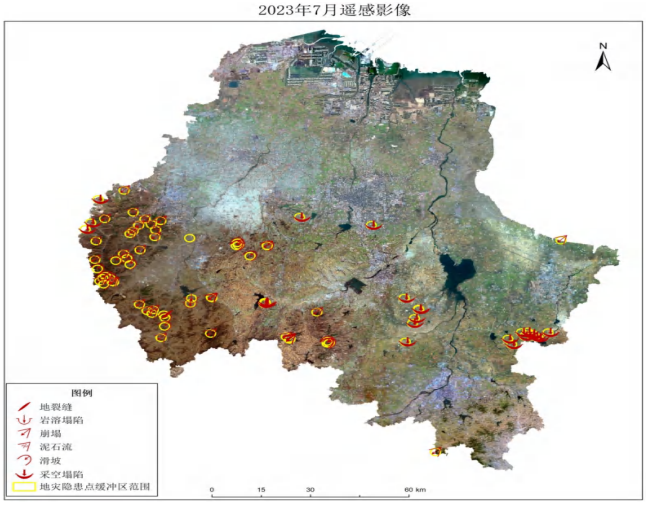
二、技术特点

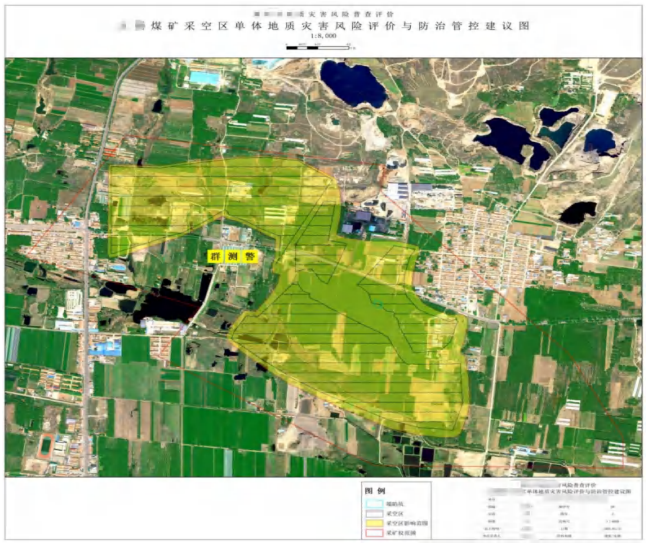
天基宏观形变监测：融合时序合成孔径雷达干涉测量与高分辨率光学遥感技术，反演矿区大范围地表形变速率，捕捉采动沉陷、缓变型边坡形变的宏观演化趋势，实现全域周期性扫描与大尺度灾害趋势研判；空基精细隐患排查：依托搭载激光雷达的无人机航测系统，获取重点隐患区高密度点云与正射影像，构建高精度DSM，通过多期数据差分识别厘米级形变、边坡裂隙、塌陷坑等灾害征兆，支撑精细化排查与应急复测；地基实时致灾感知：部署GNSS位移站、岩体应力计等物联网传感节点，对边坡、采空区等关键风险点位实现毫秒级高频采样，实时捕获深部应力等致灾因子动态变化；多源融合智能预警：多源数据经时空基准配准与融合算法处理后，进行综合分析，识别隐患风险等级，实现分级超前预警与闭环管控。卫星遥感不受地形条件限制，适用于区域、全域矿山常态化宏观普查；无人机用于重点隐患点位精细核查，受大风、降雨、云雾天气影响，作业需具备安全起降场地。卫星做宏观筛查，无人机做点位核验，二者优势互补。可输出隐患图斑、形变成果、实景数据，减少野外踏勘，提升灾害识别研判精度，为矿山灾害预警、治理验收提供客观数据支撑。

三、应用情况

该技术已应用于省内多处露天矿山、历史遗留废弃矿山。包括昌乐县矿山地质环境恢复治理、潍坊市矿山地质环境调查、安丘市废弃矿山生态修复等。通过卫星-无人机协同作业，替代大量人工野外踏勘，降低现场作业安全风险，提升隐患识别效率，为矿山灾害风险预警、生态修复治理提供客观数据支撑。该技术能够适配自然资源监管、地质灾害防治、矿山企业安全管理等业务需求，支撑矿山灾害全周期防控，具备良好的应用价值与产业化推广空间。

2023年7月遥感影像





4.7 金属矿井巷道内封闭不良钻孔的卸压注浆止水方法及应用

申报单位：山东省鲁南地质工程勘察院

（山东省地质矿产勘查开发局第二地质大队）

一、基本情况

封闭不良钻孔突水为金属矿井的重要水害之一。目前对封闭不良钻孔的止水方法为地面启封法和巷道挡水墙注浆止水法。现有两种方法面对揭露位置深、水压高的封闭不良钻孔止水时各有各的缺点。地面启封法成功率低、挡水墙注浆止水法施工成本高、工期长且存在资源量的浪费等问题。本技术解决了封闭不良钻孔地面启封成功率低的缺点，同时也解决了施工多道挡水墙以保障墙体施工成本高、施工工期长、浪费矿产资源的缺点。

二、技术特点

本技术属于矿井防治水技术领域，涉及一种金属矿井巷道内封闭不良钻孔的卸压注浆止水方法及应用。具体技术如下：通过水化学特征、水压分析等分析钻孔水的来源；根据矿体围岩的水文地质、工程地质特征及矿体的位置关系确定注浆体的长度及卸压注浆孔的位置；卸压孔按300×300 mm间距布设并施工，直到钻进到封闭不良钻孔；卸压孔施工成功后，在卸压孔孔口安装丝扣注浆管；通过丝扣注浆管对封闭不良钻孔孔底注浆直至卸压孔返浆，待注浆充填体完全凝固时，再对各卸压孔注浆直至注浆填体完全凝固且无漏水现象，即注浆止水成功。本技术提高了封闭不良钻孔的止水成功率，克服了挡水墙注浆止水法施工成本高、施工工期长、矿产资源浪费等问题。本技术提供一种矿井巷道内封闭不良钻孔的卸压注浆止水方法，尤其是适用于揭露深度大、水压高的封闭不良钻孔。

三、应用情况

本金属矿山巷道内封闭不良钻孔的卸压注浆止水技术实现了对山东省兰陵县会宝岭铁矿封闭不良钻孔（ZK3202和ZK2803）的止水，解

决了现有高水压封闭不良钻孔止水成功率低、施工成本高、矿产资源的浪费等问题，同时也消除了矿井突水的安全隐患。注浆止水前ZK2801和ZK3203封闭不良钻孔涌水量分别为50 m^3/h和130 m^3/h。注浆止水后ZK2801和ZK3203封闭不良钻孔涌水量分别小于0.1 m^3/h，注浆止水效果良好。兰陵县苍峄铁矿带存在十多个水文地质条件与会宝岭铁矿类似的矿山，且都存在类似的封闭不良钻孔，该技术具有较好的应用前景。





4.8 复杂场景下的地下矿山全域实景三维建设技术

申报单位：山东省地质矿产勘查开发局第四地质大队

（山东省第四地质矿产勘查院）

一、基本情况

本技术以地下空间三维激光扫描与地球物理勘查跨界融合为核心，构建集几何空间、地质信息于一体的“透明化”地下矿山全域实景三维模型，替代传统二维图纸，为矿山安全生产、应急管理、资源开发监管提供精准的数据支撑。通过多平台激光扫描仪联合作业并融合高密度电法、瞬变电磁法等物探数据，实现对主巷道、穿脉、采空区等复杂空间100%全覆盖建模，模型平面误差≤0.08 m、高程误差≤0.11 m，精度优于国家标准。

二、技术特点

本技术以“多维空间数据采集—跨界数据融合—全域模型构建”为核心技术路线。多维空间数据采集：主巷道采用站式扫描仪保证精度，狭窄穿脉、采场采用手持设备确保灵活，高危采空区采用主动避障无人机机载设备实现远程安全探测，创新研发“井下控制点对中装置”、“竖井三维扫描智能支架”，攻克扫描作业瓶颈，大幅提升作业效率；地球物理探测：针对激光无法穿透的隐蔽区域，综合应用高密度电法、瞬变电磁法等物探方法获取介质物性参数，间接揭示其空间结构；多源数据融合与建模算法：通过自主研发的配准算法，将高精度激光点云（几何形态）与物探解译成果（地质属性）进行空间匹配与语义融合，构建兼具精确几何特征与丰富地质信息的“地质实体模型”，实现从“实景三维”到“透明地质体”的升级。本技术适用于地下矿山主巷道、穿脉、采场、采空区等大规模复杂空间的全域实景三维建模，可支撑矿山数字化转型、应急响应与救援指挥、安全生产与资源开采监管等场景。激光扫描与物探手段相互配合，适用于光照弱、粉尘大、定位信号受限的井下环境及隐蔽空区探测，满足矿山安全监管、应急管理与资源核查的精细化需求。

三、应用情况

已应用于昌邑鲁地铁矿、山东万宝矿业、山东郑家矿业、山东金邑矿业、青州泰和矿业、临朐县金矿等6家持证在产地下矿山，成果通过潍坊市自然资源和规划局组织的省级专家验收；后续为莱钢集团谷家台铁矿、中钢山东富全矿业等企业提供三维扫描建模服务。本技术可广泛应用于矿山安全生产、应急救援、资源储量监管与数字化转型，推广前景广阔。



4.9 露天矿山采剥作业空间动态实景三维数字孪生与智能安全管控成套技术

申报单位：威海晶合数字矿山技术有限公司

一、基本情况

面向露天矿山采剥作业空间动态变化与少人化安全管控，融合无人机航测、单北斗、物联网、数字孪生及人工智能技术，构建采场、台阶、运输道路、排土场等动态实景三维底座，实现多时相采集、三维重构、变化识别、风险研判和可视化管控。基于自主三维地形建模和目标GCP自动标记技术，提升复杂矿区建模自动化、精度及更新效率，实现静态测绘向动态感知、人工巡查向智能研判、二维管理向三维数字孪生管控升级。

二、技术特点

装备面向露天矿山采剥作业全过程安全管控需求，融合无人机航测、单北斗定位、物联网感知、三维实景建模、人工智能分析和数字孪生等技术，构建“多源数据采集—动态空间建模—智能分析研判—综合安全管控”的一体化技术体系。通过无人机获取矿区高精度影像数据，结合自主研发的三维地形建模和目标GCP自动标记技术，实现矿山作业空间快速重构与动态更新，形成采场、台阶、运输道路、排土场等区域的实景三维数字孪生场景。在此基础上，融合设备状态、环境参数、生产作业等多源信息，开展空间变化分析、风险识别、异常趋势研判和可视化展示，实现对露天矿山采剥作业空间、生产过程和安全风险的综合感知、智能分析与协同管控，提升矿山安全管理的数字化、智能化水平。适用于露天金属非金属矿山采剥作业全过程安全管理，可覆盖采场、工作面、台阶、运输道路、排土场及重点生产区域。装备适用于具有无人机数据采集、卫星定位和通信条件的矿山环境，能够满足矿区空间变化频繁、作业区域复杂、人工巡查成本高、安全监管需求强等应用场景。通过构建动态更新的数字孪生安全管控

平台，可为矿山生产调度、安全巡查、风险预警和应急决策提供数据支撑，推动露天矿山向少人化、智能化和精细化管理方向发展。

三、应用情况

相关核心技术已应用于山东、四川、云南、贵州等地矿山、边坡及地质灾害场景，既有系统累计覆盖2000余处隐患点，并形成多项矿山监测与数字化应用案例。该装备可进一步面向露天金属非金属矿山、建材矿山等推广，通过标准化无人机数据采集、自动三维建模和数字孪生安全管控流程，降低现场人工巡查强度，提升采剥作业空间安全风险的动态感知和协同处置能力，具有较好的复制推广前景。





4.10 超深孔小口径岩心钻探技术与安全成套升级装备

申报单位：山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队

（山东省第六地质矿产勘查院）

合作单位：中地装（北京）科学技术研究院有限公司

一、基本情况

该技术装备针对金属矿山深部勘探超深孔钻探难题，对XY-8立轴钻机实施变频数字化改造，配套高承载快拆钻塔、数字变频泥浆泵、优化水口长寿命金刚石钻头。实现钻进参数实时采集、远程操控、多模式自动送钻，大幅提升深孔钻探本质安全，降低孔内事故、高空检修作业风险。装备充分复用原有主机硬件，改造成本低，已在5家单位多个金属矿区完成工业示范，最大施工孔深2700m，效率、安全、经济效益突出，可复制推广用于非煤矿山深部地质勘查。

二、技术特点

该技术装备针对金属矿山深部勘探超深小口径岩心钻探痛点，对存量XY-8立轴钻机实施变频数字化改造，形成XY-8DG钻机，配套19.5 m高承载快拆人字形钻塔、NBB260-7AP数字变频高压泥浆泵、水口优化型长寿命金刚石钻头。采用机-电-液-信一体化集成，钻机实现0～1100 r/min无级调速、多模式自动送钻、钻进参数实时采集存储、远程操控；钻塔优化箱式高强结构，天车模块化快拆，不倒塔即可检修；泥浆泵实现泵量0～260 L/min无级调节、压力流量在线监测报警；钻头通过流体仿真优化水口朝向，改善孔底冷却减缓冲蚀磨损。适用于非煤矿山（金、铜等金属矿）深部硬岩小口径岩芯钻探施工，可实现3000 m深度N口径钻进，适配胶东花岗岩等坚硬地层，野外山区矿区均可部署；在保障设备基础供电条件下即可开展作业。装备复用大量原有主机铸件，改造成本远低于全新整机采购，提升钻探本质安全水平，降低高空、孔内事故风险。

三、应用情况

已应用于莱州招贤-大官庄、栖霞金矿、招远夏甸-灵雀山、三门峡朱家沟铜矿等矿区，先后在省内地勘5家单位开展示范应用，示范最大孔深2700 m。钻头平均寿命提升74.62%，减少频繁起下钻；钻塔检修工时节省40%；减少烧钻、孔壁失稳等安全隐患，综合钻进效率提升25%以上，累计取得经济效益1 216.10万元。国内存量立轴钻机保有量大，本改造方案投资小、兼容性强，技术与安全性能提升明显，适合省内及全国非煤矿山深部找矿项目推广，市场应用前景广阔。





4.11 煤矿用自动控制坑道钻机（ZKY-17000/132LD）

申报单位：山东祥德机电有限公司

一、基本情况

煤矿用自动控制坑道钻机（ZKY-17000/132LD）采用压力-深度-流量多参数协同控制模型，实现自适应钻进、自动防卡钻及流量随深匹配；开发分支孔成型算法，通过慢速磨孔与精准定位实现自动成型；运用浮动夹持器误差补偿技术实现钻杆100%自动对扣；整机长度≤4400 mm，具备380 kN大起拔力，滑架可0～20° 任意调角；搭建HMI-PLC协同定向平台，支持一键调姿稳钻，配备360° 电子围栏与传感器+机械限位双重冗余安全防护。

二、技术特点

本产品采用自主研发的多参数协同控制与AI智能预警原理，相比国外高端产品更适配国内煤矿深部复杂水害与地层工况，相比国内传统产品从人工手动操控升级为全流程自动定向控制，彻底解决卡钻滞后、参数依赖经验等行业痛点。1）核心控制原理：双动力融合系统+压力-深度-流量多参数协同控制模型；AI自适应调节钻压与转速；HMI-PLC协同定向控制平台。2）卡钻防控机制：卡钻风险AI预警（识别准确率>90%）；先导比例阀与极限压力反馈控制，防卡钻响应时间≤0.2 s，异常工况自动后退报警。3）钻进控制模式：全流程自动定向钻进；分支孔成型专用算法，0.5 mm/s磨孔速度实时可调。4）动力适配逻辑：双动力融合系统，高扭矩破碎与高精度定向快速切换，适配奥灰水、老空水等复杂水害工况。本产品通过空间拓扑优化、浮动自对扣、融合式散热、多重安全冗余等结构创新，相比国外高端产品更适配国内狭窄巷道与宽温域极端工况，相比国内传统产品解决了机身冗长、对扣成功率低、散热差、安全防护不足等核心问题。本产品扭矩、给进/起拔力、钻进深度等关键参数与国外高端产品相当，自动化率、控制精度、岩芯采取率远优于国内传统产品，同时具备显著的成本与本土化服务优势。

三、应用情况

目前该产品已在新疆呼图壁县石梯子西沟煤矿、呼图壁县小甘沟煤矿、新疆明基能源有限公司、玛纳斯县天欣煤业有限公司等地应用。产品投入应用后，使用单位应用效果：1）探放水施工效率提升约25%；人工劳动强度明显降低，安全生产水平显著提高。2）设备运行稳定可靠，自动化程度高，操作简便，维护成本低，整体应用效果良好。3）巷道掘进超前探查作业效率提升30%，施工精度显著提高，安全事故隐患大幅减少。本产品核心应用场景覆盖煤矿、金属矿、非金属矿井下地质勘探、瓦斯抽采、水害防治、巷道支护、深部资源勘探及矿山灾害治理等，适配井下狭窄巷道复杂工况，作业效率高、运维成本低，有效降低矿山开采运维投入、提升作业安全性，规模化推广前景广阔，经济效益显著。



4.12 矿用钻孔成像仪（双目）

申报单位：泰安泰烁岩层控制科技有限公司

一、基本情况

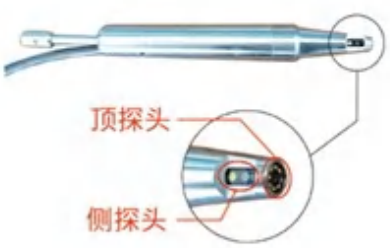
智能CXK7.4S矿用钻孔成像仪，具备Ex ia I Ma防爆资质，可在有瓦斯、煤尘等爆炸性混合物的井下作业。设备用于检测煤层与地层结构、顶板离层裂隙、钻孔质量及注浆加固效果，为巷道支护方案优化提供数据支撑。产品搭载200万像素双路探头，可同步录制两路探头视频并实时显示孔深，孔深分辨率达0.2 mm；标配7英寸显示屏、128 GB存储，续航≥5小时，支持Wi-Fi连接与数据导出，配套专用计米推杆装置，操作便捷。

二、技术特点

摄像传感器感知的图像信息通过图像Sensor传到DSP芯片，经过芯片处理后的数字视频传输至成像仪主机，主机将接收的探头视频信号进行处理，同时主机对采集的视频信号、孔深数据和姿态数据进行解码、存储，通过显示屏将实时钻孔状态显示出来。可通过操作按钮进行参数设置、录像、截屏等操作。具备Ex ia I Ma本安防爆资质，可在有瓦斯、煤尘等爆炸性混合物的井下作业；工作环境温度 0～40 ℃，平均相对湿度≤95%（25 ℃），大气压力80～106 kPa；无强烈振动和冲击的场合；无破坏金属和绝缘材料的腐蚀性气体的地方；拍摄范围28～110 mm，探测深度0～40 m。

三、应用情况

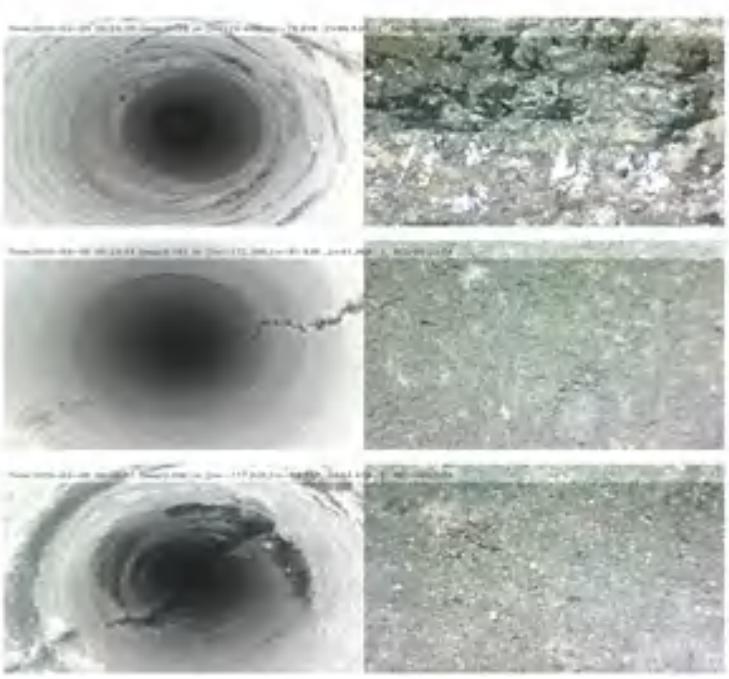
已应用于内蒙古、陕甘宁、云贵川等大部分地区煤矿现场，实现销售额100余万元，累计向数十家煤矿供货并获得一致好评。该技术获国家发明专利、实用新型专利、外观设计专利6项，软件著作权2项。随着矿山安全管控日趋精细化，煤矿对顶板隐蔽灾害探查、钻孔质量管控需求持续提升，该设备凭借防爆适配、高精度成像与多参数同步采集优势，可替代传统人工探测方式，在国内煤矿场景具备广阔的推广空间。



▲双目探头



▲整机（含计米器）



4.13 原位土取样关键技术与装备

申报单位：山东省地矿工程勘察院

（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队）

一、基本情况

原位土取样关键技术与装备是山东省地矿工程勘察院为推进国家土壤环境调查而研制的专用取样技术设备，主要用于矿山土壤环境监管监察取样，配合快检装备，现场可迅速判断土壤环境污染状况。该技术装备利用高频冲击+双管钻进内管取样的工法实现了高质、高效原位土样采取。匹配中空螺旋、直推钻具等不同种类的钻具，可实现不同松散地层原位土取样作业。解决了传统取样手段样品易污染的难题和复杂地层难以穿越取样的问题。

二、技术特点

原位土取样关键技术与装备，以柴油机为动力，采用全液压传动，以液压油为传动介质，通过管路、阀及相关电液逻辑控制，根据不同工况需求将液压油传递到执行机构，实现动力头回转或冲击、行走、提升以及起塔、钻塔滑移、动力头侧移等动作。取样作业利用动力头上的高频冲击油缸连续击打与动力头下部连接的钻杆，实现钻杆在土层内的连续钻进，同时使置于钻杆底部的中空钻头切削土体，随着钻进深度的增加将圆柱形土体送入钻杆底部的取样内管，通过不断钻进和提取内管，实现地层的扰动土样的连续采取。配置不同钻具可实现直推、中空螺旋回转及多种工况下组合钻探工艺。全液压恒功率传动，安全、高效、便于调控。主要动作采用遥控操作，本质安全，操作方便，操作人员劳动强度低。钻杆提升采用液压油缸直接提升，提升能力大。可侧向移动动力头具有4挡电液控制变速机构，可实现高转速、大扭矩钻进，并集成了冲击回转功能，可满足多工艺钻探需求。一般第四系粉土、粉质黏土、黏土等松散土壤原位取样，最大取样深度30 m，取样直径30~110 mm。

三、应用情况

成果在山东省重点行业企业用地、建设项目用地土壤污染状况调查和山东、江苏等地的考古项目以及国家自然科学基金项目取样施工中广泛应用，在不同场地条件下开展原位土取样施工，最深采取原位土样30 m。由于土样采取率高，性能先进，质量可靠，满足了对原位土样高采取率的要求。该系列装备的研发和推广应用为我国原位土样采取施工增添了一个新的利器，对促进我国工程勘查和应急污染调查起到重要的作用，有很好的推广前景。



第5部分　监测监控

5.1 矿用融合IP切片网络系统

申报单位：北斗天地股份有限公司

一、基本情况

矿用融合IP切片网络系统基于FlexE硬切片、SRv6等技术，构建50G井下骨干网，划分多个物理隔离业务切片，多业务统一承载；端到端时延≤20 ms，支持50 ms链路故障保护，具备环路抑制、智能运维能力，兼容有线、Wi-Fi6、5G接入。煤矿首次落地50G全业务硬切片网络，解决传统多网分立痛点，适配煤矿安全规程要求，相较国内外同类方案带宽、切片能力领先，已在多座矿井成功应用。

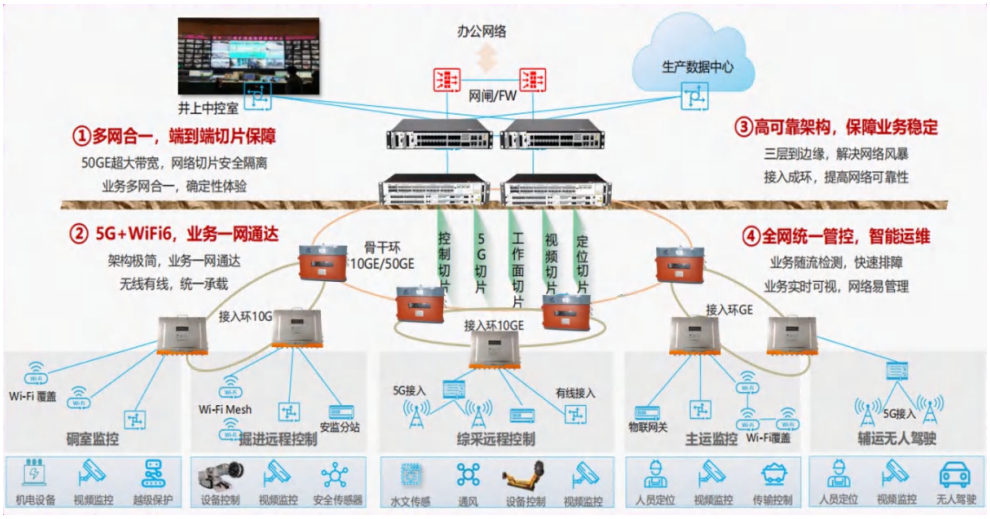
二、技术特点

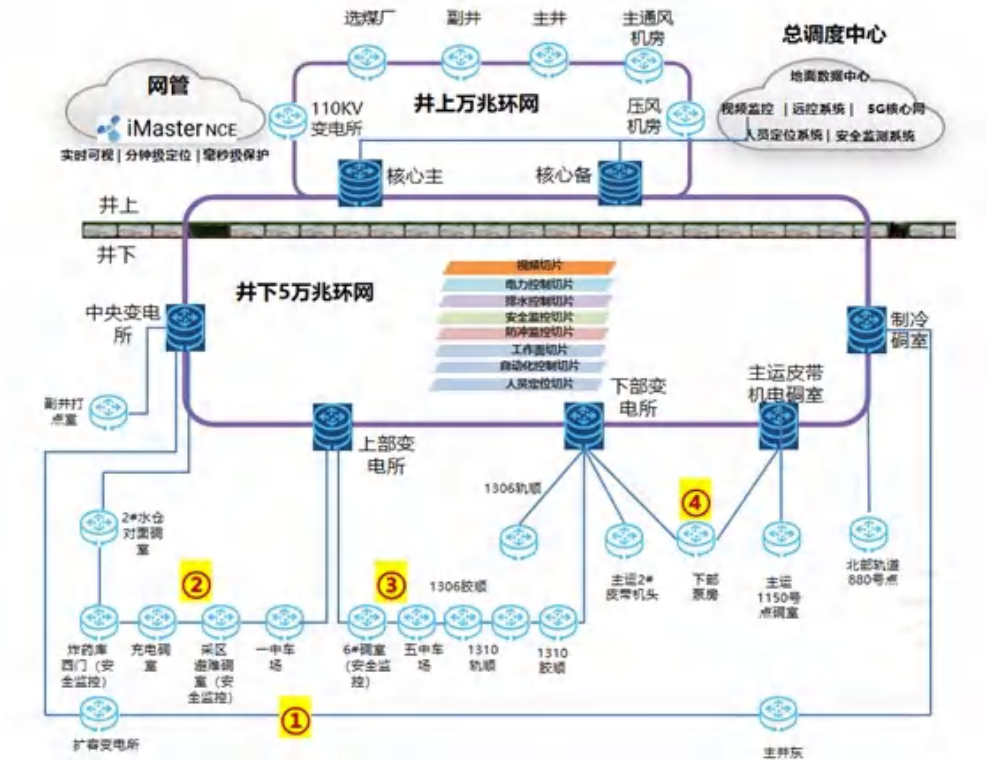
矿用融合IP切片网络系统解决方案采用环型+星型网络拓扑，融合EVPN+SRv6、FlexE硬切片、iFIT随流检测、Telemetry等核心技术。通过FlexE硬切片实现多路业务物理隔离、带宽动态可调；依托SRv6技术抑制广播风暴；借助iFIT与Telemetry实现业务SLA监控、故障快速定位；矿用设备符合GB3836防爆标准，适配井下爆炸危险环境。系统骨干网带宽达50G，电力防越级跳闸业务端到端时延≤20 ms，支持50 ms链路故障倒换，兼容有线、Wi-Fi6、5G多接入方式，统一承载视频监控、远程采掘、人员定位、安全监控等业务，内置网络安全防护功能，安全监控业务独立切片传输，满足煤矿安全规程要求。主要用于煤矿井下智能化生产场景，可拓展至非煤矿山；环境适配0～40 ℃、相对湿度5%～95%（非凝露）爆炸性井下环境，能够满足井下装备、人员、车辆多终端实时联网需求，适配矿山智能化建设对大带宽、低时延、高可靠网络的建设需求。

三、应用情况

已应用于李楼煤业、新巨龙煤矿、金鸡滩煤矿、双欣煤矿、凤凰山铁矿、五彩湾四号露天矿等地落地，搭建50G骨干网络，实现多业务

物理隔离承载，满足低时延、50 ms故障自愈要求。降低网络系统运维成本，保障运行稳定。系统契合煤矿智能化政策与安全规程要求，可拓展至非煤矿山，还可向电力、交通延伸，已形成产品化，具备良好行业示范与市场推广价值。





5.2 煤矿智能微震监测技术及装备

申报单位：山东能源集团有限公司

合作单位：中国地震局地球物理研究所

珠海市泰德企业有限公司

一、基本情况

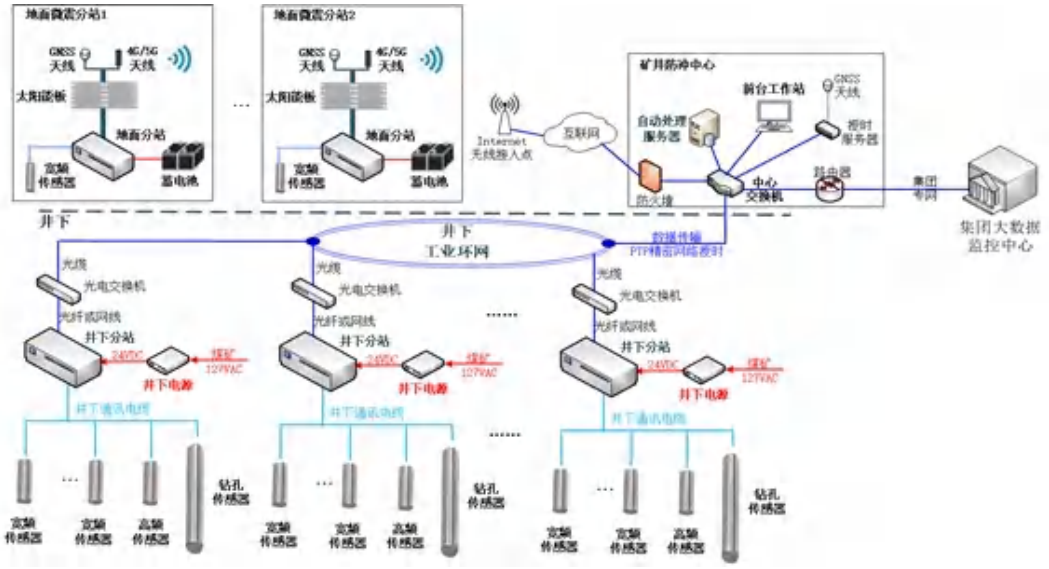
本装备由宽频带智能微震传感器、井上下分站与统一震级平台组成：低频段0.1～600 Hz、高频段60～1500 Hz，灵敏度≥500 V·s/m、动态范围≥120 dB，24位采集、微秒级授时，最大容量1万通道、漏检率小于2%；建立煤矿微震震级统一计算方法与量规函数，与国家台网偏差不大于0.3级；自动定位不大于10秒，水平误差小于15 m、垂直小于20 m，解决跨矿区数据可比性难题。

二、技术特点

采用力平衡反馈式宽频传感器，实现0.1～1500 Hz一体化监测，低频段捕捉煤层预破裂微变形信号、高频段识别岩层突发断裂特征，集成自动调平、在线标校与自检。构建“井—地”协同组网架构，井下传感器沿采掘面形成高密度阵列，与地面GNSS授时系统构成时空基准统一的立体监测网络，通过井下光纤环网与地面4G/5G融合传输。算法上采用改进型STA/LTA触发和AIC震相识别，组合Powe11、遗传、JHD、HypoDD等定位算法，依托矿区三维速度模型实现高精度定位；基于济宁、菏泽、鄂尔多斯、上海庙、彬长五大矿区实测数据标定精细量规函数，与国家台网震级标准衔接。系统构建“采集—分析—决策”自动化处理体系，单事件处理时效由10分钟压缩至10秒，识别准确率提升至98%以上。适用于深部、高应力条件的冲击地压矿井及智能化示范矿山。井下分站至传感器距离大于3 km、至地面大于40 km；地面设备支持4G/5G通信与GNSS授时、太阳能供电；可满足跨矿井、跨地区、跨行业微震数据对比与联合分析需求。

三、应用情况

已应用于山东能源集团新巨龙、赵楼、东滩、亭南、石拉乌素等十余处煤矿，实现微震震级与国家地震台网统一；在新巨龙煤矿测试中覆盖进口系统97%的事件并额外捕捉大量微破裂事件，有效支撑冲击地压规律分析、机理研究和灾害防治。成果经中国煤炭工业协会鉴定达到国际领先水平，预计可在全国不少于40个矿井推广，每个工作面可减少监测服务人员3人，并可拓展至岩土隧道、地铁及水利隧洞等地下工程。



5.3 煤矿矿震烈度监测技术及装备

申报单位：山东能源集团有限公司

合作单位：煤炭科学研究总院有限公司

珠海市泰德企业有限公司

一、基本情况

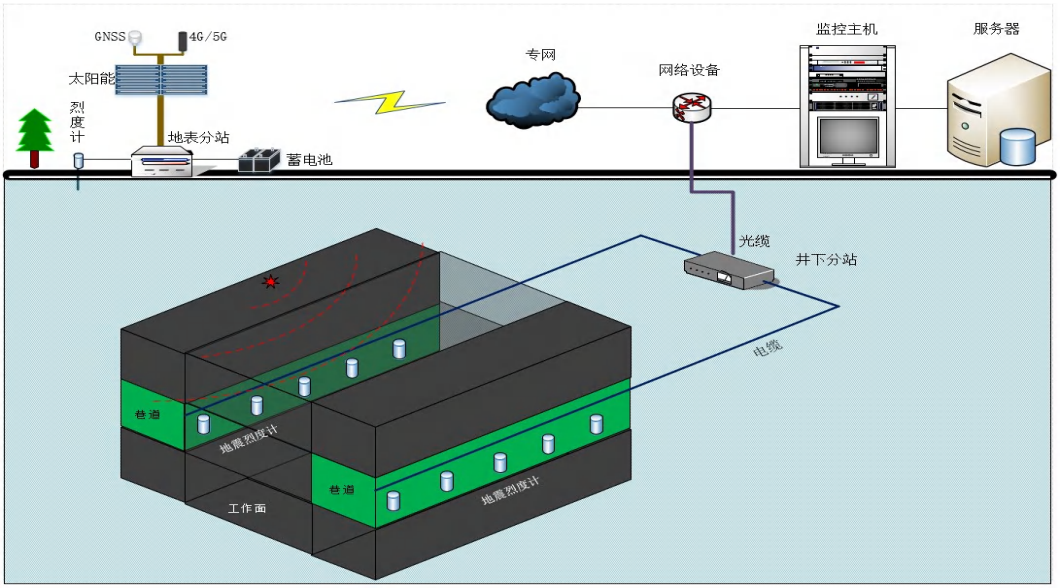
本装备由高灵敏度三分量加速度烈度仪、监测分站及评价软件组成，观测频带DC～400 Hz、采样频率1 kHz、加速度量程±19.6 m/s²、灵敏度100 mV/（m/s²）、动态范围优于90 dB，可精准监测1～10度震动仪器烈度。系统构建矿震破坏分类模型，首次提出煤矿矿震烈度表及评价标准，填补行业空白，实现矿震烈度自动评定、井上下破坏程度量化评估与分级预警，响应时间在1分钟以内。

二、技术特点

利用高灵敏度三分量加速度传感器捕捉矿震震动信号，经RS-485及TCP/IP网络实现数据同步采集与传输，井下监测分站将信号转换为数据帧后经光纤环网上传地面中心；接收北斗、GPS卫星信号，采用IRIG-B码或PTP授时并转化为精密时钟帧，实现微秒级授时精度，构成井上下分布式监测网络。综合震源能量、震源距离、巷道支护类型等因素，建立巷道“震动参数—破坏程度”映射模型，量化震源强度与震源距离对巷道变形的非线性影响，形成矿震烈度等级评定方法。传感器内部集成震动传感核心元件、采集器、传输与授时模块，采用一体化、防雷击、防浪涌设计，各分站独立冗余运行。适用于冲击地压矿井井上下矿震监测与烈度评价。井下分站利用工业环网实现传感器授时和通讯，地面站通过太阳能供电和4G/5G网络提供供电、通讯及授时；系统可与微震监测系统数据互通、联合分析，为卸压爆破、大直径钻孔、煤体注水等措施提供靶区定位与效果验证，并支持数据联网上传至矿级、集团及政府监管平台。

三、应用情况

已在石拉乌素煤矿建成井下2个测点、地面6个监测站的示范系统，完成1次爆破试验及10次真实矿震事件监测，烈度评估结果与理论预测一致；矿用本安型烈度监测仪在东滩煤矿连续稳定运行超过12个月，数据完整率99.2%、误报率低于0.5%，与巷道实际破坏情况吻合度达92%以上。成果经中国煤炭工业协会鉴定达到国际领先水平，可在济宁、鄂尔多斯等重点矿区及新建深部矿井推广。



5.4 煤矿内因火灾前兆全激光痕量气体智能监测预警技术及装备

申报单位：中煤科工集团沈阳研究院有限公司

一、基本情况

系统依托可调谐激光吸收光谱（TDLAS）技术，实现煤矿内因火灾标志性气体的原位、在线、连续化监测，痕量气体检测精度优于0.5×10^{-6}。基于激光光谱重叠谱线解耦、本质安全防爆、多组分气体宽量程低检出限检测、复杂井下环境适应性等关键核心技术，集成气样采集预处理、本安供电、远距离信息传输单元及火灾信息解析管理平台，实现煤自燃灾害多指标气体精准监测、煤自燃火情融合预警和火灾数字孪生可视化。

二、技术特点

系统以可调谐激光吸收光谱（TDLAS）为核心，对井下束管取样气体实施全激光光谱解析，摒弃电化学、红外复合检测体制，有效抑制痕量气体光谱交叉干扰，完成煤自燃标志性气体的定量分析。系统采用矿用本质安全型井下原位布设方案，缩短气体采样传输路径；引入多源流式数据融合算法构建火灾信息解析管理平台，实现多物理参量协同监测。集成专用气样预处理单元，实现束管自动排水、非接触式进水诊断与阻水、管路反吹等气路防护机制；配置系统故障自诊断、人员闯入告警、移动端远程管控模块，拓展温湿度、烟雾等辅助参量感知能力。配套专用分析软件，支持监测报表生成、爆炸三角形判识、火灾分级预警等业务功能，依托工业以太环网架构实现监测数据远距离可靠传输。系统面向具有煤自燃灾害风险的井工煤矿，适配采空区等作业区域，可在高湿、高粉尘、强电磁干扰的井下爆炸性危险工况下稳定运行，可用于煤自燃隐蔽火源辨识与内因火灾全过程监测预警，为矿井火灾防控提供技术支撑。

三、应用情况

该系统已应用于山东能源集团鲁西分公司梁宝寺煤矿、新驿煤矿，并在国内主要煤炭产区推广实践。系统监测响应迅速、检测数据准确度高，可有效捕捉煤自燃早期异常特征信号，实现隐蔽火源超前预警，为矿井防灭火工程措施制定与实施提供可靠数据支撑，提升矿井内因火灾智能化防控能力。成套装备技术体系成熟，能够适配各类具有煤层自燃倾向性的矿井，市场需求突出，在煤矿智能化防灭火领域具备良好推广应用前景。





5.5 煤矿冲击地压大数据分析平台

申报单位：山东能源集团有限公司

合作单位：云鼎科技股份有限公司

北京安科兴业科技股份有限公司

一、基本情况

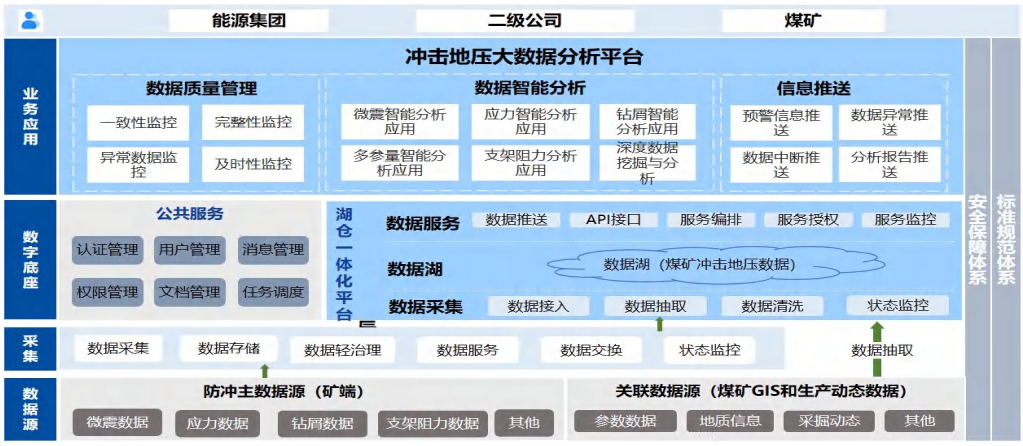
平台采用云原生湖仓一体化架构，汇聚矿井微震、应力、钻屑、支架阻力等监测及GIS、生产动态数据，构建微震、应力、钻屑、支架阻力、多参量等29类智能分析模型和6类场景规律总结，实现防冲数据采集、治理到智能研判的闭环。平台数据与矿端上传及时率、一致率均达100%，完整率不低于98%，异常检出率不低于95%；支持2000以上用户在线、1000个以上监测单元同步分析，案例库支持10万条以上案例存储与检索。

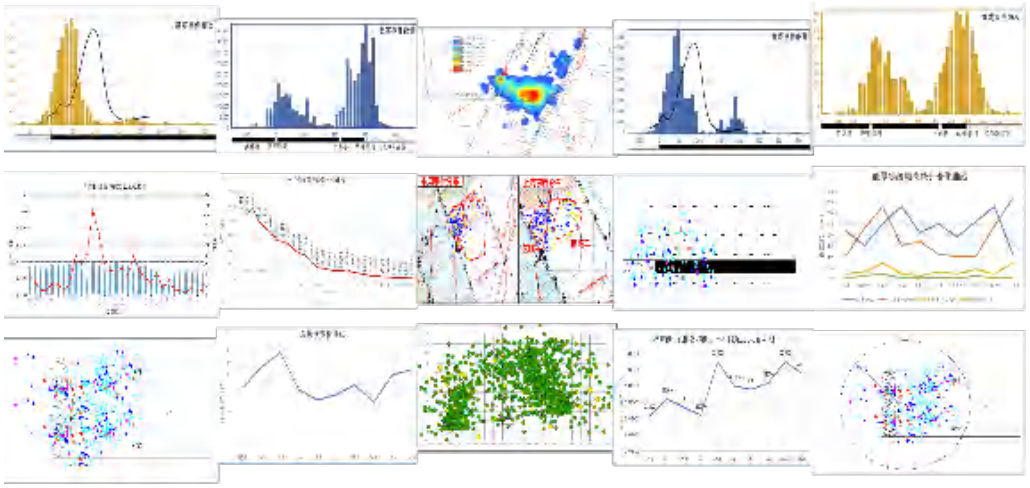
二、技术特点

平台按数据源层、采集层、数字底座层和应用层设计，采用K8S容器编排、大数据技术、数据采集中间件与ETL软件构建容器云平台和冲击地压数据湖，形成“湖仓一体化”架构，通过云边协同实现多源异构防冲数据的实时汇集与共享。建立防冲监测数据质量管理模型，采用异常数据自动识别、动态纠错与噪声过滤算法实现数据全生命周期质量管控。分析层融合地质、开采与GIS空间数据，采用时空序列分析、二次核密度、聚类、非线性拟合及三维GIS计算等算法，构建微震能量频次、高应力分布、钻屑孔深关联等29类模型，实现多参量耦合分析与冲击风险自动评估；微震台网侧采用矿间联合定位、能量动态计算与波速分层管理技术，实现STI、SOS、ARAMIS多源数据融合与干扰识别。适用于冲击地压矿井及集团、二级公司、矿井多层级防冲管理与监管，可接入各类在用监测系统和矿端设备，支持跨区域多源数据协同分析与预警推送（短信、钉钉、站内信等）；支持1000个以上站点设备实时数据流接入与并发处理，原始连续观测数据存储不少于12个月。

三、应用情况

已在山东能源集团防冲实验室大数据监控中心部署1套平台，在兖矿能源、新矿集团、西北矿业、鲁西矿业、枣矿集团5个二级公司及济三、李楼、田陈、亭南等37处冲击地压矿井部署应用，累计自动生成报表报告2.5万余份、登录30万余次，每年可节省人力成本约777万元，按贡献率测算产生经济效益约23.22亿元。成果经中国煤炭工业协会鉴定达到国际领先水平，具备在全国冲击地压矿井推广应用的前景。





5.6 煤矿冲击地压钻孔径向应力监测系统

申报单位：山东能源集团有限公司

合作单位：珠海市泰德企业有限公司

湖南科技大学

一、基本情况

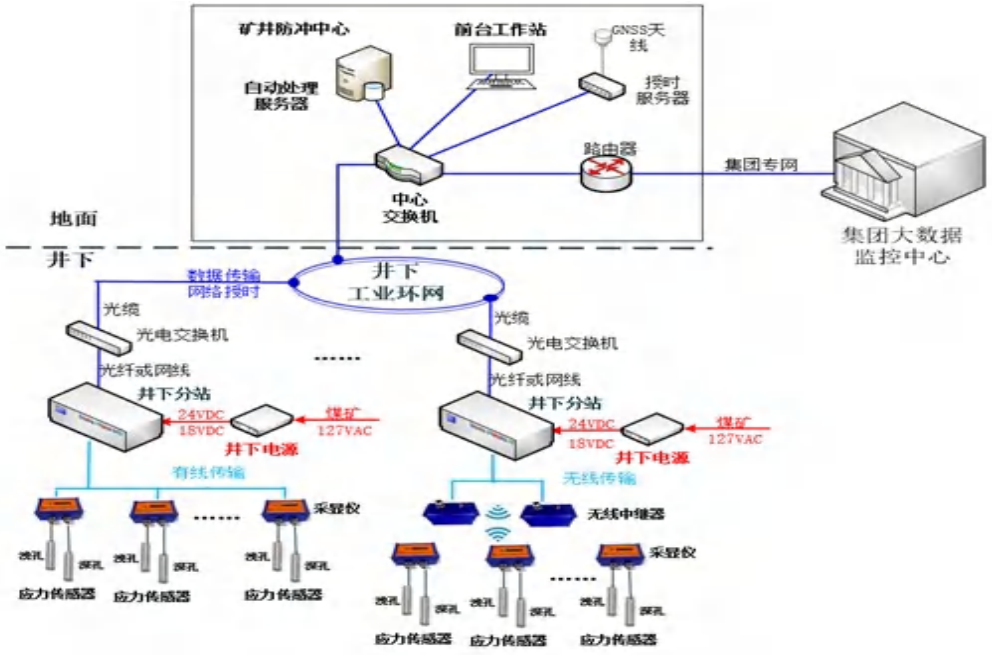
本装备由油囊式多瓣全向应力传感器、多模态智能监测分站和数据管理软件组成，可对煤体钻孔径向应力实现0～50 MPa、精度0.05 MPa、误差小于5%的全向感知，单孔多点、点间距1～5 m可调，测点容量不少于5000个；采集间隔1 s～5 min多档自适应，支持有线串联和无线自组网传输，丢包率小于1‰；基于“时—空域识别”算法抑制干扰，误预警率由32%降至8%，实现应力数据全周期智能管理与可视化预警。

二、技术特点

基于煤体软化阶段的强度衰减特性，融合Drucker-Prager强度准则与煤体峰后非线性本构关系，建立钻孔周围煤体与应力计协同作用的“体应变—应力”解析模型。传感器采用自膨胀油囊式多瓣结构，安装前为六瓣“雪花状”、加压后膨胀为圆形并与孔壁良好耦合，无需考虑安装角度即可全向测量；经椭圆度与抗内外压强度截面选型计算，结合数值模拟和室内试验验证六瓣结构最优。加工上创新油囊机器人焊接、在线密封检测与超高压检测成套技术。系统集成LoRa自组网、PowerBus两线传输、井下光纤环网和NTP网络授时技术，引入“时—空域数据识别”算法区分真实应力异常与硬件故障、人为扰动，实现断线、趋势、超限分级报警及可视化展示。适用于冲击地压矿井及千米深井采掘工作面采动应力监测预警，监测深度15～30 m、钻孔直径42～110 mm，可在井下高温、高压、腐蚀性环境长期连续运行；数据对用户完全开放，可接入矿井在用各类平台，满足“感知—分析—预警—响应”一体化防冲需求。

三、应用情况

已应用于山东新巨龙、兖煤菏泽能化赵楼、内蒙古昊盛、陕西长武亭南等煤矿，系统灵敏度高、应力变化趋势与生产作业过程对应性好，安装简便、维护成本低。成果经中国煤炭工业协会鉴定达到国际先进水平，可在全国冲击地压矿井和千米深井推广，并延伸至隧道工程、地下储库等岩土工程领域，形成“设备 + 数据 + 服务”的规模化应用。



5.7 KJ95X煤矿安全监控系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

KJ95X煤矿安全监控系统面向煤矿井下环境与生产参数连续监测，可实现甲烷、一氧化碳、风速、风压、温度等参数采集、显示、报警及断电控制，并支持多系统融合联动。系统采用云边端多源融合架构，具备设备、软件、应用一体化智能诊断、设备全生命周期管理、边缘协同控制和关键监控装备自诊断、自修正等功能，可提升监控系统可靠性、故障处置效率和智能化水平。

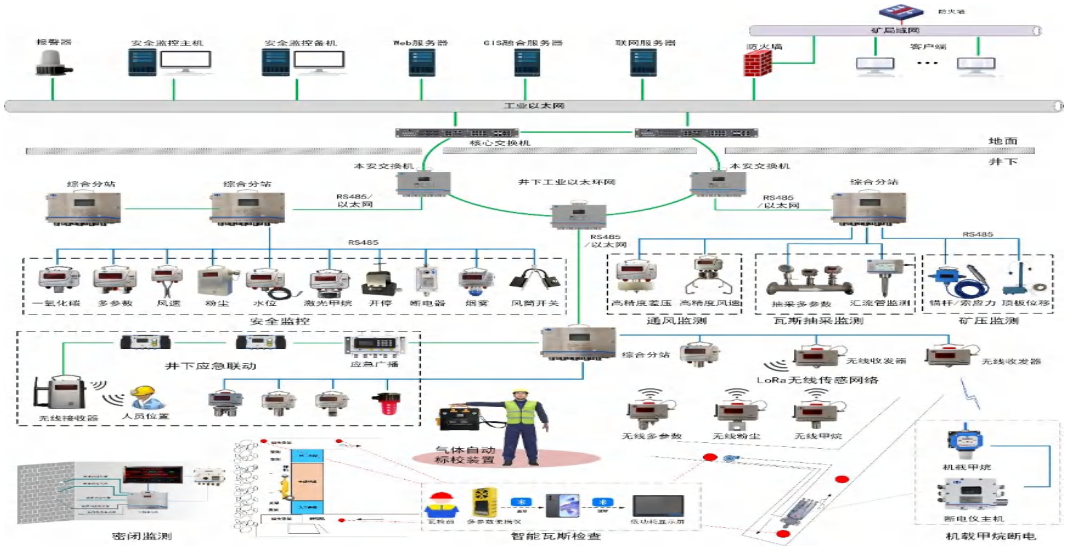
二、技术特点

系统采用“云端智能分析—边缘融合计算—终端可靠感知与控制”架构。云端基于软硬件探针和异常诊断模型，对数据处理、数据库、双机热备、联网上传以及分站、传感器、电源等状态进行自监视、自诊断，并结合设备唯一码和运行数据实现全生命周期溯源、寿命评估及防伪管理。边缘端通过网络、总线、无线和定位等接口融合，部署虚拟智能网关，屏蔽设备及数据接口差异，实现多源数据汇聚、边缘预警和安全监控、人员定位等多业务协同联动。终端采用分布式智能控制和数据主动上传机制，支持主机故障情况下本地、异地快速断电；关键传感器具备故障分级诊断、动态调校和高可靠检测能力，可适应井下复杂电磁和恶劣环境。

三、应用情况

已应用于山东、山西、陕西、内蒙古、贵州、甘肃、河南等地区的煤炭企业，覆盖大、中、小型矿井共计600余套。现场应用表明，系统运行稳定可靠，可提升故障定位与处置效率，减少维护工作量，增强监测、报警及联动控制能力。随着存量系统更新和煤矿智能化改造推进，具备较好的规模化推广前景。


多系统融合看板
系统设备拓扑
设备生命周期管理
故障智能诊断
系统定期自检
工作面大数据分析


工业以太网
核心交换机
地面
井下
井下工业以太环网
综合分站
RS485
安全监控
井下应急联动
通风监测
瓦斯抽采监测
矿压监测
LoRa无线传感网络
气体自动标校装置
智能瓦斯检查
密闭监测
机载甲烷断电

5.8 KJ1580J煤矿井下人员精确定位系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

本系统为软硬件一体化矿用精确定位装备，核心硬件包含KLX5LM（C）信息矿灯、KLX5LM（E）信息矿灯、KJ69J-K2标识卡、定位基站与地面管理平台，融合UWB+IMU融合定位技术，定位精度可达厘米级。全栈采用国产MCU、射频前端与集成化天线设计，满足AQ1119-2023行业标准，可实现井下人员实时位置追踪、轨迹回溯、禁入报警与应急快速定位，大幅提升矿山安全监管效率。

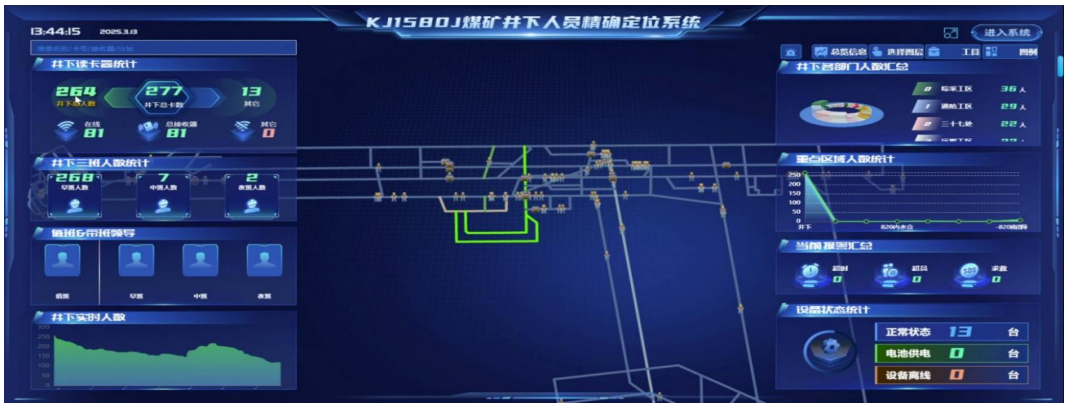
二、技术特点

本系统以UWB超宽带测距为核心，融合IMU惯性导航数据完成轨迹补全与修正，通过井下星网架构实现共网数据传输，解决复杂巷道环境下信号遮挡导致的定位跳点问题，端到端传输时延低于100 ms。系统以UWB-TOF双向飞行时间测距为核心技术路径，工作频段覆盖3.5～4.5 GHz，融合多径补偿算法完成非视距场景下的定位偏差修正，静态定位误差≤0.3 m，动态定位误差≤0.73 m，最大并发识别数量达200张，系统巡检周期≤2 s，双机热备切换时间≤1 min，性能指标远高于常规行业标准要求。全系列井下硬件均取得矿用本安防爆认证，适配井下AC127 V～660 V宽幅供电场景，单基站与标识卡无线通信距离可达400 m，可无缝对接现有矿山工业环网，无需大规模改造原有通信基础设施。系统搭载脱网便携式定位仪，在井下主系统断电故障时仍可独立完成100 m范围内的标识卡定位，同时支持超层越界、老空区、冲击地压危险区的实时报警，可直接接入安全监控、应急广播等多系统完成井上数据融合。完全适配各类井工煤矿的井下大巷、采掘工作面、硐室等全场景，可在高瓦斯、高湿高粉尘、存在爆炸性气体混合物的极端井下环境中稳定运行，所有井下设备均满足防爆保护等级要求，符合煤矿井下防爆安全规范。支持井下多类型电源，可满足不同

设备的组合供电要求，适配国内煤矿井下主流供电体系。可无缝对接煤矿现有工业环网，基站与环网接入器之间最大光传输距离可达10 km，支持TCP/IP光传输、RS485等多种传输协议。单基站UWB无线覆盖半径可达400 m，单设备并发识别数量不低于200张标识卡，可满足大产能、长巷道的大型煤矿全区域覆盖需求，同时支持便携式定位仪脱网工作。支持与煤矿现有安全监控、应急广播、车辆管理系统完成井上数据融合，可对接矿山GIS三维地图平台，适配Windows全系列主流地面操作系统。为软硬件一体化矿用精确定位装备，核心硬件包含KLX5LM（C）信息矿灯、KLX5LM（E）信息矿灯、KJ69J-K2标识卡、定位基站与地面管理平台，融合UWB+IMU融合定位技术，定位精度可达厘米级。全栈采用国产MCU、射频前端与集成化天线设计，可实现井下人员实时位置追踪、轨迹回溯、禁入报警与应急快速定位，大幅提升矿山安全监管效率。

三、应用情况

已应用于兖矿能源集团股份有限公司兴隆庄煤矿、杨村煤矿、鲍店煤矿、东滩煤矿、赵楼煤矿，山东省枣庄矿业（集团）有限责任公司田陈煤矿、柴里煤矿等多座井工煤矿，部署后井下静态定位误差≤0.3 m，系统巡检周期≤2 s，人卡唯一性识别准确率100%，可在险情发生时秒级锁定井下人员位置，大幅提升矿井安全管控与应急救援效率。该系统完全符合AQ 1119—2023行业标准。



5.9 煤矿顶板在线监测大数据综合管理平台

申报单位：山东科大中天安控科技有限公司

一、基本情况

煤矿顶板在线监测大数据综合管理平台，依托N个煤矿企业+监管部门+智库专家+评价模型的“N+1+1+1”顶层架构，融合煤矿技术要素资料、顶板安全管理过程记录及顶板监测数据管理，实现全域数据互通。联动多所高校专家力量，校地协同，并引入AI智能引擎，为监管与企业提供双重技术支撑，打破传统管理壁垒。

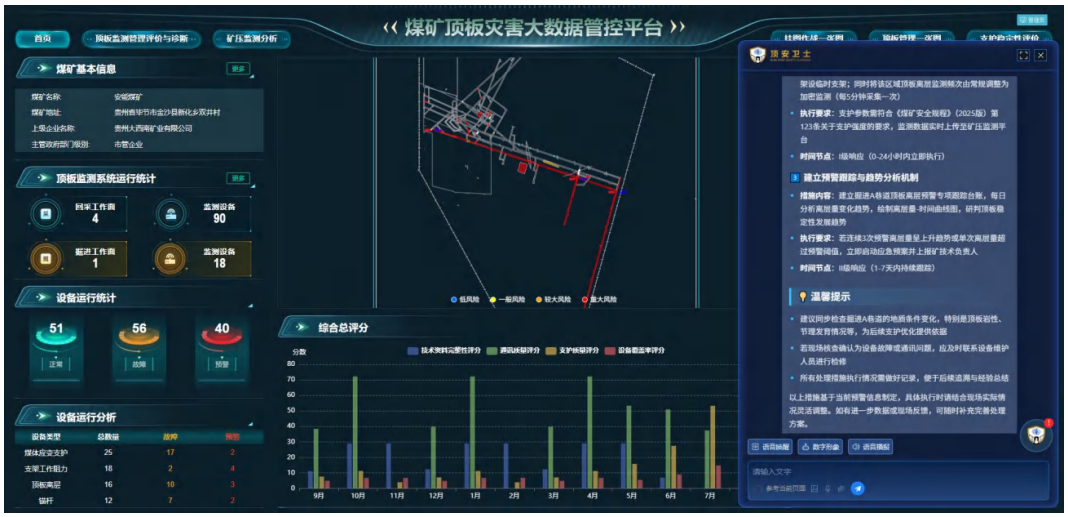
二、技术特点

企业端管理自评与自我完善，每天自动从支护设计保证体系、现场施工质量保证体系、顶板监测保证体系、顶板管理责任保证体系四个模型组内容进行自主评价，评价结果展示在企业端的同时推送到监管端；监管端可随时掌握各企业端推送的评价及预警数据，远程快捷地对企业顶板安全管控过程的完整性和规范性、安全措施的有效性进行监管；智库端发挥高校专家在顶板安全管理方面的专业技术优势，通过专业的顶板管理软件动态管控和顶板管理专家团队现场及时有效的诊断及相应的技术服务，为煤矿企业提供技术支撑；加入AI智能引擎，语音交互功能，支持自然语言指令操作，提升一线人员使用便捷性；专业知识问答，构建矿压领域知识库，实现精准、可溯源的智能问答；平台功能智能调用，AI作为“智能代理”，可自主调取实时/历史数据展示、图表绘制等功能模块；辅助分析与预警建议：结合数据趋势与专家知识，提供初步的矿压风险识别与成因分析支持；自动报告生成，根据用户需求自动生成结构化矿压分析报告。适用于各类井工煤矿回采工作面、掘进巷道围岩压力与顶板离层动态监测，以及县级以上煤矿安全监管部门的顶板监测数据监管。

三、应用情况

平台已在贵州省黔西县能源局部署监管端，并覆盖其管辖的新田等12个矿企端；在金沙县能源局部署监管端，并部署试点矿企大沟煤

矿、安能煤矿企业端；同步在山西蒲县煤矿完成项目落地应用。工业性试验场地为黔西、金沙、蒲县试点矿企及监管端，平台现场持续稳定运行，实现顶板风险智能预警，有效提升矿山顶板安全管控能力，国内井工煤矿市场空间广阔，推广前景良好。





5.10 密闭多参数监测系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

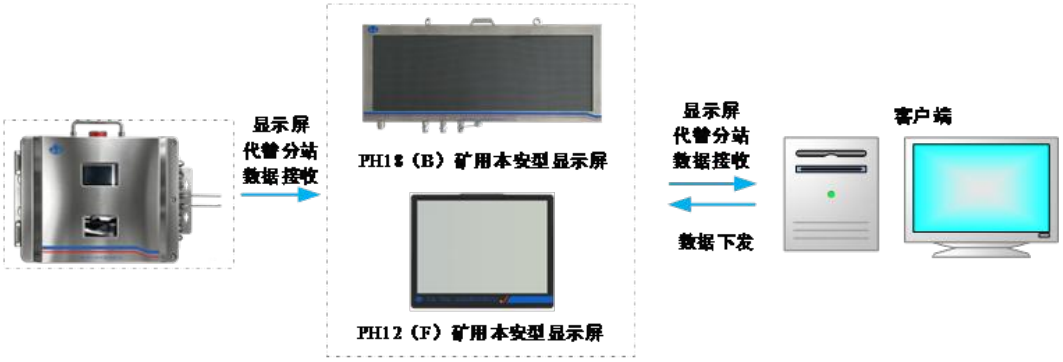
系统用于煤矿密闭采空区自然发火智能监测，契合2025版《煤矿安全规程》监测要求，具备温度、气体独立分级预警、温气融合预警及爆炸危险性研判能力，支持数据存储与平台对接。系统以全激光密闭多参数监测仪为核心，搭配显示屏，依托TDLAS激光检测与一体化集成设计，单台完成密闭区内外甲烷、氧气、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、乙炔气体全激光监测，同步采集温度、压差；标校周期长、数据稳定可靠，适配井下密闭区智能化监测与日常巡检。

二、技术特点

面向煤矿密闭区常态化巡检监测需求，测定仪搭载双泵分时抽气采样系统，可分别采集密闭墙内、外侧气样，依靠单台设备实现密闭两侧环境同步监测。每条抽气支路配置防尘防水组件，在确保监测数据准确的前提下，有效提升设备在井下潮湿、多粉尘工况下运行稳定性。全激光探测技术：测定仪配备 TDLAS 激光检测探头，具备测量准确度高、抗交叉干扰、检测误差小等优势；激光传感单元长期稳定性优异，设备标校周期可达半年，显著降低密闭区常态化巡检的仪器维护成本。智能监测技术：测定仪除实时监测模式外，可结合矿井现场需求设定监测周期，定时自动开展检测；支持上位机远程下发启动指令、遥控装置就地唤醒采样。监测数据实时上传，可依据各类气体特征在本机分别配置报警阈值，满足密闭区无人值守巡检需求，智能化程度高。系统功能：实现温度、气体分级预警、温气融合预警及爆炸危险性分析；通过爆炸三角形、四方图研判密闭区发火与爆炸风险；支持历史数据存储、统计与查询；开放标准化数据接口，可对接矿井综合管控平台，实现密闭采空区火情隐患一体化智能监测。

三、应用情况

已应用于山西方山汇丰新星煤业有限公司和贵州安佳矿业有限公司。密闭多参数监测仪，协助矿方进行日常巡检，效果良好。本产品现已在贵州、山西、山东等多地煤矿完成现场部署应用。随着2025版《煤矿安全规程》正式实施，对密闭区环境参数监测提出全新管控要求，行业存在较大市场缺口，产品具备良好的推广应用前景。



5.11 KJ2977矿用电源监测系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

矿用电源监测系统用于解决井下各类后备电源设备管理问题，具备状态监测、参数修改、远程充放电管理、远程停送电、智能检修管理、设备健康管理等功能，实现井下各类电源的无缝接入和数据整合，配套常州院各类矿用专用（备用） 电源，保障井下矿工安全，减少因停电导致的安全事故风险。

二、技术特点

系统采用云－边－端分层架构，依托工业环网与RS485通信，采集井下各类后备电源电压、电流、电池温度等运行参数；通过平台算法完成电源健康评估、故障预警，实现远程参数整定、充放电管控与停送电操作，多型号矿用电源可无缝接入，数据统一汇聚。硬件采用隔爆、本安防爆设计，内置BMS电池管理模块，断电后自动切换后备供电。主要设备矿用锂离子蓄电池电源，采用大尺寸工业控制显示屏，实时显示交流输入电压、交流输入频率、交流输出电压、交流输出功率、负载容量百分比、交流输出断电信号、工作模式、故障信息、电池组电压、电池组电流、电池组SOC、电池组SOH、电池组故障信息、单体电池电压、单体电池温度、关键部件测点温度、散热风扇工作状态等信息，为井下各监测监控系统提供后备电源。

三、应用情况

该系统已应用于国内多家煤矿，设备部署于井下工作面、避难硐室、机车硐室等场所，该系统先后在山东能源柴里煤矿、陕西赵石畔煤矿、黄陵一号煤矿、山西王坡煤矿等现场落地应用，实现井下各类后备电源集中在线监测，支持远程充放电、停送电管理，提前预警电池老化、回路故障等风险，减少人工下井巡检工作量，有效降低井下停电带来的安全隐患，提升后备电源运维管理水平。




天地（常州）自动化股份有限公司

5.12 矿用无线信号通讯装置

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：唐山东润自动化工程股份有限公司

一、基本情况

矿用无线信号通信装置为本质安全型，具备MA安标认证，可实现罐笼与井口、绞车房、调度室双向语音对讲、一键紧急呼叫、实时视频无线传输、提升打点信号无线传输，支持运行位置、速度、设备状态在线监测；自带本安备用电源，断电后可持续应急通信。系统采用基站快速漫游技术，适应罐笼高速移动，抗井筒电磁、钢结构干扰；无需拖曳随行电缆，安装维护简便，抗震防潮防尘，可兼容原有提升监控系统，具备故障自诊断报警功能，满足矿井罐笼安全提升与应急救援通信需求。

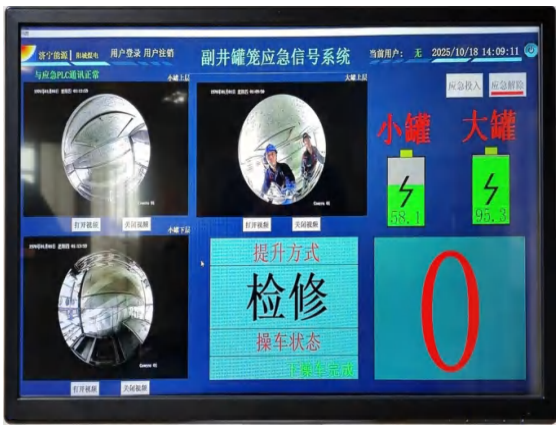
二、技术特点

矿用无线信号通信装置由地面调度主机、井筒防爆基站、罐笼车载终端等组成。井筒沿线布设无线基站实现分段信号覆盖，车载终端随罐笼运动，通过信号检测完成基站快速漫游切换；将语音、视频、打点信号、运行参数编码后无线双向传输至地面主机，经解码后实现对讲、视频监控、信号联锁及状态监测。设备采用本质安全电路限制火花能量，配备备用电源实现断电续航，同时实时自检链路与供电状态，完成故障报警，实现罐笼高速运行条件下稳定通信与安全监控。本装置适用于煤矿、非煤矿山立井罐笼提升系统，可在含有瓦斯、煤尘爆炸性危险、潮湿、多粉尘、强电磁干扰的井筒环境中工作；井筒沿线可布设防爆无线基站，适应罐笼高速往复升降运动，支持新、旧提升系统改造接入，满足日常提升、检修及事故应急通信使用。

三、应用情况

主要应用于煤矿立井主、副井井筒、罐笼、井口、绞车房及地面调度中心。解决传统随行电缆易断线、井筒通信盲区问题，实现罐笼高速升降时语音、视频、提升打点信号稳定无线传输；实时监控罐内

运行状态，在故障断电情况下保持应急通信，有效防范提升安全事故，便于快速开展应急处置，提高立井提升安全可靠性与智能化管理水平。随着矿山智能化建设不断推进，立井罐笼通信无线化已成为行业发展方向。该装置有效解决传统随行电缆故障率高、井筒通信盲区等难题，适配新旧矿井改造项目，安装便捷、兼容性强，安全效益与经济效益突出，可广泛应用于煤矿及非煤矿山立井提升系统，市场需求量大，具备良好的示范作用与广阔的推广应用前景。








5.13 矿山动力灾害监测预警系统

申报单位：山东天河科技股份有限公司

一、基本情况

矿山动力灾害监测预警系统由YDD系列矿山动力灾害声电监测仪与KJ1235煤矿用冲击地压在线监测系统组成。监测仪采用便携式、双通道、非接触式设计，同步采集煤岩体声发射与电磁辐射信号；在线监测系统融合地音、高/低频电磁辐射多参量，实现井上井下一体化实时监测与分级预警。系统依据《防治煤矿冲击地压细则》要求，弥补应力法、钻屑法不适用区域的监测空白，具备本安防爆、自动三级预警、专家远程诊断等特点，技术先进，可有效提升冲击地压矿井灾害预警能力。

二、技术特点

系统基于煤岩体受载破坏过程中伴生的声发射（地音）与电磁辐射信号。YDD监测仪采集中低频电磁信号（1～500 kHz）与声发射信号；KJ1235在线监测系统通过不少于4通道同步采集地音、高频（60～1500 Hz）与低频（0.5～500 Hz）电磁辐射信号，运用多指标耦合超限法与趋势动态分析法，对煤岩体稳定性综合评估并超前预警。电磁辐射采用非接触定向监测，声发射采用锚杆固定区域监测，最大监测范围电磁不低于50 m、声发射不低于100～200 m。适用于具有爆炸性气体环境的冲击地压矿井井下监测；环境温度0～40 ℃、相对湿度不大于95%（+25 ℃）、海拔不超过1500 m。监测仪为本质安全型（Ex ib I Mb），防爆、便携（不大于1 kg）、连续工作不小于12 h；系统井下主站可接入分站不少于8台，支持环网接入与断点续传，地面服务器采用RAID5冗余、UPS后备不小于1 h，满足长期可靠运行。

三、应用情况

该系统（YDD系列监测仪）已在姚桥煤矿、济宁三号煤矿、海石湾煤矿、兴隆庄煤矿等多座冲击地压矿井推广应用。现场应用表明，设备运行稳定、故障率低、监测数据可靠，满足井下防冲监测要求，售

后服务及时。系统已取得矿用产品安全标志证书（YDD3.7为MFA210070、KJ1235为MFC210127）及防爆合格证，并获2018年山东省首台套技术装备、2022年山东省首版次高端软件等认定，推广前景广阔。





5.14 矿产资源动态监测系统

申报单位：山东省地质矿产勘查开发局第七地质大队

（山东省第七地质矿产勘查院）

合作单位：临沂市自然资源和规划局

一、基本情况

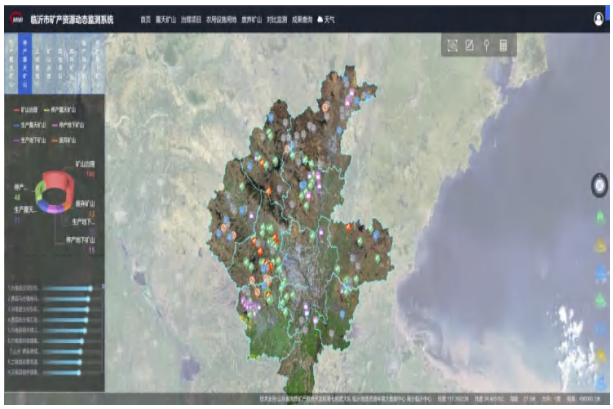
本系统以遥感技术、地理信息系统、无人机航空摄影、可视化技术、Web开发、大数据与物联网等为技术支撑。系统具备实时监控、对比监测、图斑提取、实景三维建模、外业移动端核查上报、核查汇总任务下发等功能，实现对监测点全天候、多时序、多维度、高精度的监测监管。建立“一月一监测、一月一报告”的工作方式，构建“早发现、早制止、早查处、早整治”的工作机制，改变传统监管时空局限，实现矿山开采、生态修复项目常态化数字化监管。

二、技术特点

系统依托B/S架构搭建，融合卫星遥感、无人机航测、物联网监控、三维GIS等技术，整合矿山采矿权、地形、治理工程等专题数据，构建专题数据库。通过多期遥感影像比对开展变化监测，提取疑似违法开采图斑，结合实景三维模型，搭配物联网监测设备、传感设备完成地上矿山动态感知，对异常情况进行实时上报，市级用户通过对图斑的筛查，进行任务下发，联动移动端完成地面现场核查核销，实现矿山活动的识别、研判、核实、上报。本系统适用于露天持证矿山、废弃矿山、生态修复治理项目等范围，可对越界开采、私挖乱采、违规施工、生态修复治理工程施工等工作开展常态化监测。相比传统人工巡查模式，系统打破时间地域限制，将遥感解译、无人机航测、测绘地理信息、物联网监控融为一体，实现开采工程量核算、施工进度跟踪、违法线索快速定位，有效改变传统监测工作受制于时间、空间的工作模式，减少人工巡查成本，为自然资源部门执法监管、矿山生态治理提供客观数据支撑，可根据区域矿山实际情况调整监测频次，具备较强的本地适配能力。

三、应用情况

已应用于临沂市高新区、临沭县、费县等地，累计提取疑似非法开采矿产资源图斑303处，其中涉及持证矿山疑似越界开采图斑5个，生态恢复项目疑似越界施工图斑13个，疑似私挖乱采图斑142个，查处非法采矿行为8起。系统可广泛应用于矿山的开采动态监测，打击矿山违法行为、矿山修复治理监管等场景，旨在提升矿山监管能力，减少巡查过程中的人力与物力支出，减少因非法开采发现不及时，修复治理工作开展进度不明导致的国有资源浪费。





5.15 KTC199矿用通信控制装置

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

本装备采用数字通信、可编程控制、远程运维等技术，集监测控制、语音通信、SIP通话、视频监控、智能诊断于一体，控制器获矿鸿认证，实现煤矿带式输送机及采掘运输设备的保护、通讯与高效运行控制。可编程控制和数字通信满足长距离、大运量带式输送机可靠控制要求；向导式组态软件，设备即插即用，满足掘进、综采等变化工况需求；具有不间断供电、自诊断功能；支持远程升级，降低故障停机时间；具有顺煤流启停、变频调速、多机协同等控制功能，降低系统运行能耗。

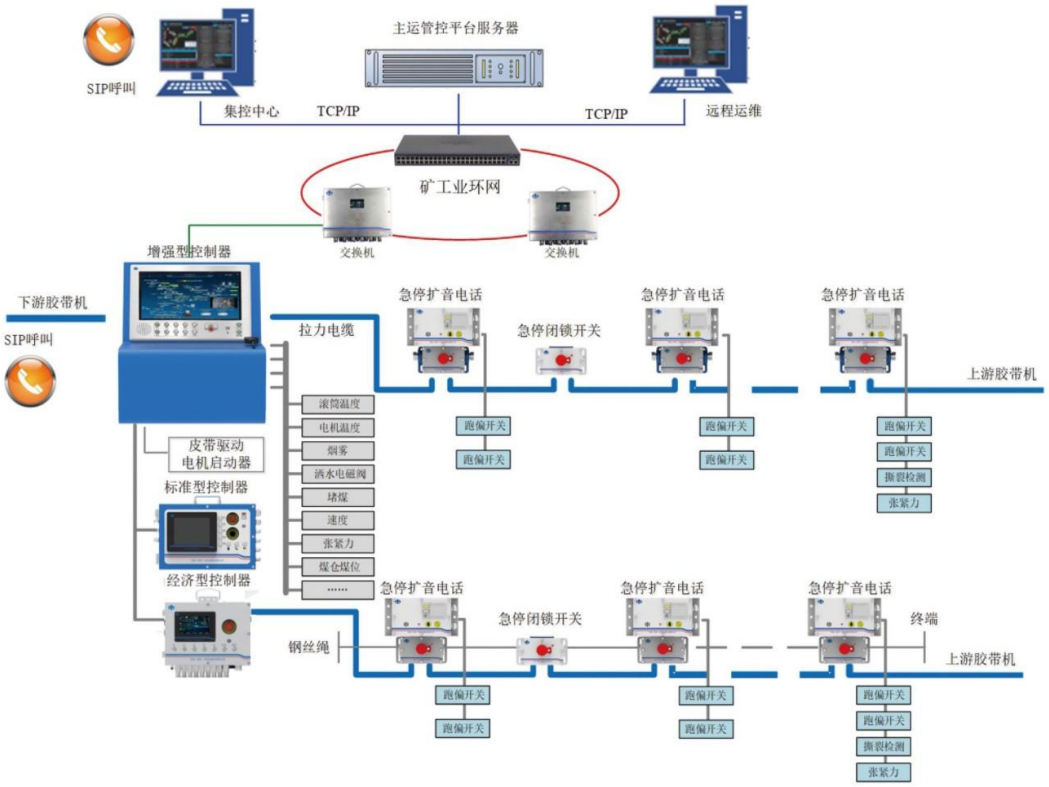
二、技术特点

本装备采用全数字分布式系统架构，搭载完全国产化矿用控制器硬件，兼容矿鸿操作系统，可对接国产矿山智能化平台。采用大尺寸矿用本安显控一体控制器，控制单元负责设备逻辑运算与实时保护，显示单元承担人机交互、音视频调度、SIP通话、数据可视化展示，二者独立运行互不干扰，保障井下复杂工况下控制可靠性。搭建统一总线+以太网双层通信体系，制定标准化数据接口规范，支持速度、堆煤、跑偏、烟雾、张力等矿用传感器即插即用接入，打破多厂家设备数据孤岛，实现主运全要素数据汇聚共享，为集控提供可靠数据底座。控制层面支持顺煤流/逆煤流启停、变频调速、软起软停等工艺，支持单皮带集控、多皮带协同、工作面三机联锁等多种控制模式；解析全线多点载荷感知数据，构建多胶带机搭接、多入料点复杂工况协同控制模型，实现煤量联动四档智能调速，完成无人值守控制闭环。向导式组态无需专业编程，急停闭锁即插即用；分布式架构支持远程诊断与升级。装备适配各类井工煤矿主运输系统，满足新建智能矿井成套部署，也支持存量KTC199装置利旧改造，无需大规模更换现场硬件。核

心指标：单系统支持接入110个沿线节点，总线数据时延≤1s，丢包率＜0.01%；现场实测主运系统能耗降低20%。

三、应用情况

装置已在山东能源李楼煤业有限公司完成工程应用，并在国内主要煤炭产区推广实践。系统覆盖单皮带保护、多皮带集控、工作面控制、煤流协同调速等场景，实现皮带沿线无人值守，现场投运后运行稳定。装备实现全国产化，兼容矿鸿系统，技术体系成熟。适配各类井工煤矿主运智能化建设，有效减少现场岗位人员，降低设备能耗和运维成本，兼具安全效益与经济效益，在国内煤矿主运输系统智能化升级领域拥有广阔的推广应用前景。



5.16 KJ2230矿用光纤微震监测系统

申报单位：山东光安智能科技有限公司

一、基本情况

KJ2230矿用光纤微震监测系统，由矿用隔爆兼本安监测主机、单 / 三分量光纤拾震传感器组成，依托光干涉相干探测原理采集岩体破裂微震信号，利用AI粒子群优化算法完成震源三维定位、震级能量计算。井下传感器无源不带电，本质安全，抗强电磁干扰，微震事件识别准确率超95%，20秒内完成全套参数解算，具备多渠道分级预警、三维可视化、报告自动生成功能，可实现冲击地压、岩爆等动力灾害全天候监测，为矿山动力灾害防控提供先进技术手段。

二、技术特点

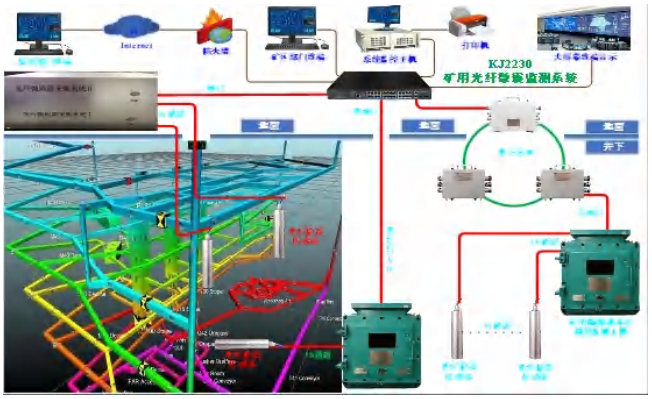
系统基于光干涉相干探测解调原理，光纤拾震传感器捕捉岩体断裂产生的微弱地震波，矿用隔爆兼本安型 KJ2230-Z监测主机完成光信号解调转换；采用STA/LTA 筛选、神经网络 AI 震相拾取、粒子群优化算法开展微震事件识别与三维震源定位，边缘－云协同架构实现信号预处理、震源参数反演、灾害分级预警与三维可视化展示。设备具备完整矿用MA安标资质，井下传感器无源不带电，消除井下电气火花隐患，抗潮湿腐蚀、强电磁干扰；适用于煤矿、非煤矿山、隧道等场景冲击地压、岩爆等动力灾害监测，频率范围5.0~500 Hz，空间定位误差≤10 m，事件识别准确率＞95%，20 s内完成事件全套计算，数据存储可达1年以上；传感器－主机最大光传输距离10 km，单台主机配置16路光通道，支持单分量、三分量传感器混合组网，可兼容矿井现有工业环网，安装可采用注浆埋入或锚杆固定方式，模块化结构便于现场拆装运维。

三、应用情况

系统适配深部采掘工作面、高冲击风险巷道等复杂场景。可精准捕捉微弱微震信号，依托AI算法自动完成震源定位、能量分析，实现冲击地压动力灾害超前预警，预警准确率达90%以上，有效减少人工研

判工作量，提升矿井动力灾害防治智能化水平。该装备为山东省首台（套）技术装备，全光纤无源架构安全性突出，算法识别精度高，适配深部开采灾害防控需求，可广泛应用于煤矿、非煤矿山、隧道等动力灾害监测场景，具备良好的产业化推广价值。





5.17 KJ43矿用排水监控系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

本系统采用PLC可编程控制、多传感器融合监测、自动变频调速等技术，集水位监测、水泵启停控制、故障保护、避峰填谷、无人值守运行于一体，适用于煤矿井下中央泵房固定排水系统、分散排水、供水管网的集中监测与控制。系统按水位优先原则结合用电峰谷自动调度水泵启停，具有超温、超压、流量异常等多重保护与自动轮换功能，实现排水泵房远程集中监控和阶梯式联合排水，以及分散排水和管网监测系统无人值守。

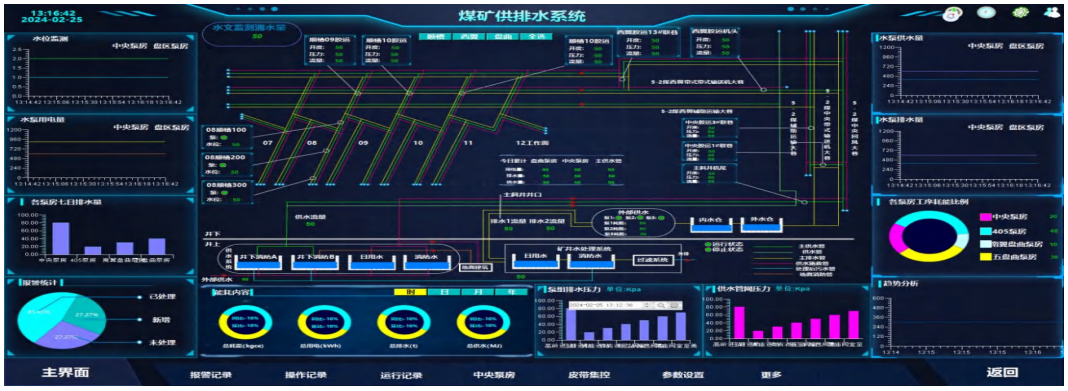
二、技术特点

以矿用隔爆兼本安型可编程控制箱为核心，内置西门子系列PLC，或采用国产化矿用控制器，兼容矿鸿操作系统，分布控制架构，每台控制箱整合单泵控制逻辑，独立控制1台水泵及相关阀门。配置超声波、浮球两种原理液位传感器互为校核，配合压力、流量、温度、振动等传感器实现水泵工况全要素在线监测；支持就地、自动、远程三种控制方式。本着水位优先原则，综合用电峰谷、水泵运行时长等因素智能调度启停，具备自动轮换、避峰填谷、一键启停功能，支持阶梯式联合排水联动控制；具有超温、流量、压力、电流超限及阀门过力矩等多重保护，故障自动停机报警；预留水文监测联动接口，支持以太网光口、电口、RS485组网，满足无人值守要求。分散排水监控系统由集驱动控制通信组态一体的矿用隔爆兼本质安全型电控箱、矿用本安型通信定位终端、电极液位传感器、超声波液位传感器、温度传感器等组成。实现控制水泵启停、远程监控及各类保护、报警、故障诊断等功能。供水管网监控系统，PLC控制柜监测供水源头的管路压力、流量及水位等数据、控制管路电动阀门。井下部分每个监控点配置矿用本安型控制箱，作为管网监测局部供水点的控制核心等；每个监控点

配置矿用隔爆兼本安型不间断电源箱；每个监控点供水管路上配置压力传感器、流量传感器、水质传感器、1台矿用电动闸阀。实现对用水点管路压力、流量的检测和阀门的控制，全面掌握矿井供水状态和各采区用水量，及时判断管路异常，保障井下关键区域水的可靠供应。

三、应用情况

系统已应用于山东里能鲁西矿业有限公司、山东龙口煤电有限公司梁家煤矿。并在陕西、山西、宁夏、内蒙等国内主要煤炭产区多座大型矿井推广实践，系统覆盖中央泵房、分散排水、供水管网无人值守、多级排水协同控制等场景，实现水泵自动启停与远程集中监控，投运以来运行稳定，有效减少现场岗位人员，降低设备能耗运维成本。技术体系成熟，在国内煤矿排水系统智能化升级领域拥有广阔的推广应用前景。





5.18 煤矿安全生产监测预警系统移动端

申报单位：精英数智科技股份有限公司

合作单位：微山崔庄煤矿有限责任公司

山东丰源远航煤业有限公司北徐楼煤矿

一、基本情况

系统利用移动互联网、大数据技术，依托移动终端，采用国产化架构与加密传输，兼顾监管执法与煤矿企业自查应用。监管人员可现场排查隐患，音视频取证，实现隐患排查、交办、整改、复核、销号闭环；可实时调取瓦斯、人员定位等监测数据，开展现场核查，支持离线采集、联网自动同步。煤矿企业可在线接收监管意见，快速上报整改资料，同步开展内部自查，及时识别风险。帮助企业落实主体责任，提前防控安全风险，推动煤矿安全管理规范化，实现监管与企业自查双向联动，提升煤矿安全数字化管理水平。

二、技术特点

深度分析煤矿安全监管职能与被监管对象的双向业务逻辑，打造互联网移动监管应用。依托物联网技术汇聚煤矿安全监控、人员定位等实时监测数据；运用大数据分析挖掘异常指标，智能识别安全风险隐患。通过移动离线采集技术支撑现场检查取证，无网络环境下留存影像、文字记录，联网后自动回传。利用工作流引擎搭建隐患全流程闭环业务，实现隐患录入、交办、企业整改、资料上传、现场复核、销号归档线上流转。采用国密加密技术保障数据传输与存储安全，兼顾监管执法核查与煤矿自查自纠。适用于矿山安全监管监察部门、煤炭集团及煤矿企业。用于煤矿地面及井下日常安全巡查、专项督查、隐患核查等场景。支撑监管执法核查与企业内部自查自纠业务协同。

三、应用情况

系统已覆盖山东、河北、山西等产煤省监管单位、煤炭集团、煤矿企业等1000+用户，日活用户10 000+，在煤矿日常管理、监管监察单位远程和现场监管活动中，发挥强化风险预判、规范现场执法、压

实企业主体责任、实现隐患闭环治理作用。可在全国矿山监管监察部门、煤炭企业推广落地，数字化赋能矿山安全管控，助力矿山安全生产稳定运行。







5.19 KJ36A煤矿电力监控系统

申报单位：天地（常州）自动化股份有限公司

合作单位：中煤科工集团常州研究院有限公司

一、基本情况

KJ36A煤矿电力监控系统为自主研发的煤矿井下电网智能安全管控成套系统，集成先进技术研究成果与专用配套装备。该系统突破煤矿电网单相接地故障精准选线核心技术，创新矿用配电网防越级跳闸网络拓扑配置方法，搭建标准化防越级跳闸数据传输结构模型；搭载自研矿用高开智能综合保护器、矿用电力监控站、矿用锂离子蓄电池电源等全套专用硬件设备，搭配定制化煤矿电力监控系统软件，形成软硬件一体化的完整管控体系。系统可有效提升矿井电网运行稳定性、可靠性与自动化管控水平，全方位保障煤矿井下电力安全生产，实现井下变电所无人值守运行模式，构建具备高精度智能感知、全方位安全管控能力的智能化煤矿电网管控平台。

二、技术特点

故障选线算法创新：提出基于精细复合多尺度散布熵(RCMDE) 与核模糊C均值聚类(KFCM)的单相接地故障选线方法，可快速精准识别故障线路，抑制单相接地故障扩大危害。防越级跳闸技术突破：发明矿用配电网防越级跳闸网络拓扑配置方法及装置，无需单独专网、人工配置；保护器自动识别网络节点信息，故障时闭锁上级开关，避免开关误动，压缩故障停电范围。成套硬件装备开发：开发矿用高开智能综合保护器、矿用电力监控站、矿用锂电后备电源，实现井下电网数据采集、继电保护、远程控制、后备供电一体化。图模一体化管控软件平台：研发统一建模、图模一体化电力监控软件，搭建集成人机交互、数据管理转发、数据挖掘、智能诊断的高级应用平台，降低运维难度，提升电网智能感知能力。

三、应用情况

自2020年起，该煤矿供电智能安全管控系统率先在山东省梁家矿、王家寨煤矿落地应用，依托山东矿井的实践样板，进一步推广至王坡煤矿、青龙寺煤矿、可可盖煤矿、保德煤矿等矿区。系统集成供电数据监测、控制、应用、联动能力，具备优异的可扩展性，可灵活接入各类业务子系统；同时开放标准化数据接口，能够对接各类企业综合大平台，支持与省局数据中心互联互通，实现煤矿供电系统智能化安全管控，有力推动国内煤矿供电安全技术进步，筑牢煤矿安全生产防线。该成果经中国煤炭工业协会鉴定，整体达到国际先进水平。





5.20 KJ1456矿用光纤矿山压力监测系统

申报单位：山东光安智能科技有限公司

一、基本情况

KJ1456矿用光纤矿山压力监测系统，采用光纤光栅无源传感技术，可在线采集顶板离层、锚杆（索）应力、钻孔应力、顶底板位移、岩体应变等多类矿压参数。井下传感器无源本质安全，抗电磁干扰，长距离光信号传输，具备实时监测、数据存储、曲线分析、分级报警、故障自诊断、报表导出打印等功能。系统分为四层架构，满足煤矿、金属矿、盐矿等恶劣井下环境围岩灾害监测，为矿压灾害预警、支护方案优化提供可靠数据支撑。

二、技术特点

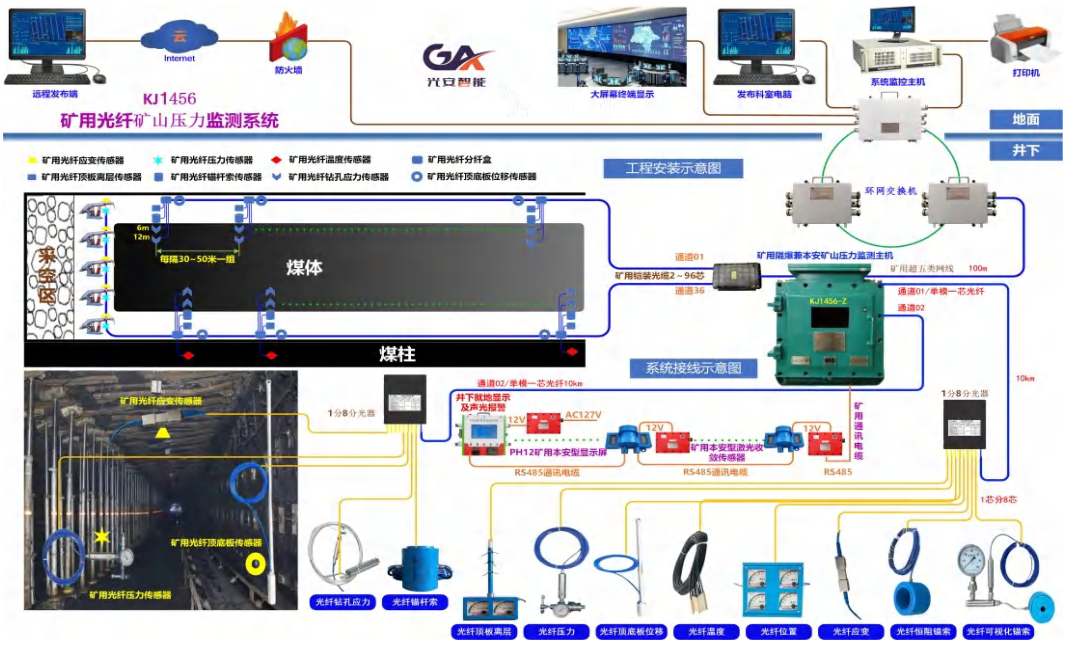
系统基于光纤光栅传感机理，以光波为载体、光纤为传输介质，各类无源光纤光栅传感器感知围岩应力、位移、应变等物理量变化，引发光栅反射波长偏移，KJ1456-Z隔爆兼本安监测主机通过脉冲宽带光源采集光信号，完成光电转换、波长解调运算，将光信号换算为实际矿压物理量，系统构建数据采集－传输－应用－管理四层架构，依托矿用环网将井下数据上传地面，配套软件实现数据统计分析、阈值报警、测点管理、权限管控等业务功能；系统取得全套矿用MA安标防爆资质，适用于煤矿、金属矿、盐矿井下，可在易燃易爆、强电磁干扰、潮湿腐蚀恶劣工况下工作，模拟量传输处理误差≤1%，最大巡检周期≤30s，监测数据存储时长大于1年，传感器与主机最大光传输距离 10km，环网设备之间最远传输20 km，一台监测主机配备36路通道，可接入100~400支光纤光栅传感器，满足采掘工作面、巷道围岩矿压常态化在线监测，设备安装维护便捷，兼容矿井现有工业环网。

三、应用情况

该系统已应用于多家煤矿采掘工作面、回采巷道、开拓巷道现场，对顶板离层、锚杆索受力、钻孔应力、顶底板位移开展全天候在线监测，可及时捕捉围岩变形失稳前兆，实现矿压异常提前预警，有效降

低冒顶、片帮事故风险，同时为巷道支护参数优化提供实测数据支撑。系统全光纤无源传感器本质安全，抗干扰能力强，适配深部开采灾害防控需求，具备完整矿用安标资质，安装部署便捷，可广泛推广应用于煤矿、金属矿、盐矿等矿山围岩安全监测领域，市场应用空间广阔。





5.21 KT190(A)矿用广播通信系统

申报单位：济南华科电气设备有限公司

一、基本情况

KT190(A)矿用广播通信系统具有AI智能语音识别、AI报岗、雷达探测、人员视频跟踪等智能化功能，支持双向全双工视频通话、多方视频会议，能够实现全区广播、分区广播、紧急疏散播报、智能电源管理。突发险情时，系统可自动调取应急预案并启动紧急广播，快速下达撤离指令，系统的屏幕上可以显示疏散指示，高效引导矿工避险，为矿山安全生产与应急指挥提供可靠通信保障。

二、技术特点

KT190(A)矿用广播通信系统采用SIP软交换技术架构，兼容标准SIP服务器，支持私有协议定制开发，可与调度电话、无线通信、集群系统实现互联互通。在语音通信方面，系统采用AI语音识别技术，能够准确识别井下工作人员的语音指令，通过AI算法优化语音播报内容，系统能够自动调整音量和音质，确保在井下复杂环境中广播清晰可闻，减少信息传递误差。在安全监测方面，系统配备的AI球形摄像仪具备360度无死角监控能力，能够实时捕捉井下关键区域的动态画面，并通过智能算法自动跟踪移动目标，确保监控全覆盖。当AI摄像仪检测到人员通过时，可自动联动广播系统，发送语音指令。系统采用的毫米波雷达技术，让人员无需佩戴任何设备即可完成身份识别和定位（人脸识别），能够精准探测井下人员、设备的移动，探测精度可达厘米级，实现电子围栏监控功能。在视频通信方面，系统采用低延迟编解码技术，支持1080P高清视频实时传输，在井下复杂电磁环境下能保持画面稳定流畅，确保调度室与井下人员能够清晰观察对方表情、手势及设备状态等细节；在井下主音箱、便携终端与调度中心之间可建立多点视频对讲网络，支持同时发起多组独立会话或合并会话，实现跨区域协作。

三、应用情况

KT190(A)矿用广播通信可部署于井下工作面、巷道、候车室、运输沿线等点位。目前已在蒙发能源控股集团、山东能源集团、晋能控股煤业集团等多家煤矿投入使用。投用后能够实现井上下音视频联动调度、人员安全预警、应急疏散广播，大幅提升井下问题处置效率，AI智能管控降低人工值守压力。系统兼容性强，部署灵活适配各类大中型煤矿智能化升级改造项目，在井下语音视频通信、应急指挥、多地点协同通信领域具备广阔的市场推广前景。



第6部分　安全管理

6.1 矿山岗位安全素质能力智能提升与精准评估系统

申报单位：国家矿山安全监察局山东局信息计算中心

合作单位：中安华邦（北京）安全生产技术研究院股份有限公司

一、基本情况

本技术以“岗位－任务－风险－措施－课程－试题”逐项映射为核心，目前已建成覆盖50个煤矿重点岗位工种的“五维度一体化”（安全须知、规范操作、安全风险、警示教育、应急处置）素质模型及课程体系。采用颗粒化微课（2～3分钟/个）与智能题库，配套研发智能化学习评估平台，实现自主学练、AI精准组卷（岗位匹配度≥90%）、薄弱诊断及补学复测闭环。已率先在省内部分煤矿开展试点应用，初步验证培训组织成本与脱产集中时长明显下降，考核通过率与“三违”改善趋势积极。技术贯通学员、企业、监管三级，推动煤矿安全培训从“大水漫灌”转向“按岗精准滴灌”，为减少“三违”提供可量化、可核验的数字化支撑。

二、技术特点

建模创新：以“作业任务”为最小单元，将法规条款、操作规程、风险管控清单及事故案例逐项映射至五维度能力项，形成岗位任务清单、风险控制清单、课程地图和考核蓝图，彻底解决学用脱节问题。

内容工程化：建立“知识点－目标－微课－练习－证据来源”的标准化生产规范，统一脚本、画面、术语及版本审查流程；综合二维/三维动画、实拍对比、案例复盘等多种形式，已完成50个岗位工种全覆盖的课程资源建设，所有资源标注岗位、风险点、依据条款及审查状态。

AI智能组卷与诊断：采用“规则约束+知识检索+人工复核”机制，优先从经审查资源中选题，按岗位考核蓝图控制维度比例与难度；基于错题和学习行为生成个人薄弱画像，自动推送补学内容，确保AI生成

内容精准可靠。三级贯通架构：学员端支持自主学习、练习复测；企业端实现计划下达、进度监控、补学复测；监管端提供汇总统计、异常预警和督办闭环，核心操作全程留痕，数据分类分级保护。标准化模块化：同步编制岗位模型构建、微课开发、平台技术、实施验收等≥4项标准，形成可按灾害类型或企业规模灵活组合的“最小推广单元”，大幅降低复制适配成本。

三、应用情况

已率先应用于省内部分煤矿企业，完成试点基线数据采集和首批岗位课程资源验证，试点显示岗位匹配度显著提升，培训组织成本与脱产集中时长呈明显下降趋势。项目成果已具备规模化推广条件。成果以标准、模型、 资源、平台、实施手册和验收工具组成模块化包，可快速复制至全省煤矿企业，接入监管平台、纳入安全信用评价，为煤矿智能化安全培训提供可复用的“山东方案”。





6.2 重大灾害风险防控平台

申报单位：鲸航工业科技（山东）有限公司

一、基本情况

充分运用人工智能、大数据、物联网等新一代信息技术，整合煤矿视频监控、人员定位，全面提升系统、报警信息精度、准确性与可追溯性，完善视频管理、分析通道配置、设备联控、构建全场景设备协同控制体系，解决旧平台无设备联动能力的问题，实现摄像机语音播报、广播通知、声光报警设备的联动响应，同时提供标准化PLC接 口，支持与皮带控制设备、变频器等关键设备的PLC系统对接。管理员可根据灾害类型、风险等级预设联动规则，实现“一键触发、多设备协同响应”，形成“监测 – 预警 – 处置”的闭环管理。

二、技术特点

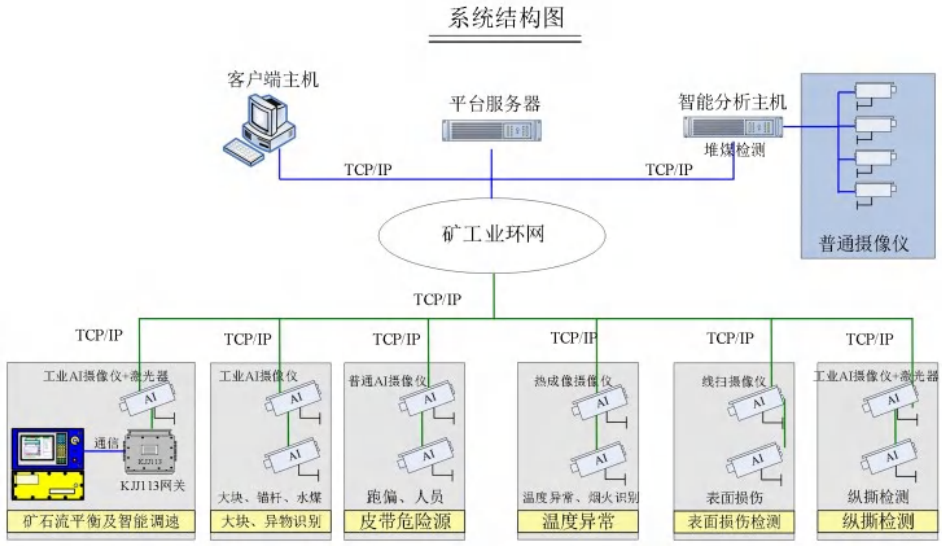
项目采用“边缘实时计算+中心算力+大小模型协同+数据闭环”技术路线。第一阶段重构平台架构，优化通道配置、导航、视频资源、权限、报警数据、设备联控，建立视频流自动清理、报警录像精准索引和设备台账自动同步；第二阶段围绕人员跌倒、刮板机断链、猴车偏摆、尾绳、积煤、遮挡、片帮、登高挂绳等16类场景训练专用模型，采用多目标跟踪/测距、3D视觉、时序行为模型、动态阈值、定位融合和透雾透尘提高复杂工况精度，实现摄像机、广播、声光报警和PLC联动；第三阶段完成视觉大模型本地化适配，小模型负责边缘实时识别、大模型负责违章判识、隐患研判、规程匹配与趋势分析，自动生成报警证据链和新标注样本，支持算法、参数和阈值远程OTA更新。适用于井工煤矿主提升、综采、掘进、运输等高危场景的重大灾害及违章风险防控，可复制至集团其他典型矿井。

三、应用情况

项目计划2026年7月至2027年6月在金桥煤矿完成研发验证，2027年下半年复制至集团2～3个典型矿井，2028年起集团推广。平台实现7×24小时稳定运行、页面响应小于2秒、视频延迟小于500 ms，经2～3

轮数据迭代关键算法准确率达到95%以上，异物/人员巡检误报率降低50%以上，缩短风险发现到现场处置链路，提升矿山本质安全水平和应急响应效率，形成可推广的矿山AI安全平台与算法实施规范。





6.3 安全操作智能AI识别摘挂钩检测系统

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：山东万泰公司

一、基本情况

本系统面向煤矿井下矿车运输安全联锁需求，采用 AI 视觉识别 + 无线信号应急通讯+PLC 联锁控制一体化架构，实现对南、北两条轨道矿车挂钩、插销、手势、语音四重安全条件的自动识别与判定。系统通过高清摄像头实时采集轨道画面，利用 YOLO 深度学习模型识别钢丝绳挂接、插销锁定及人工手势确认状态，识别结果经工业级无线信号通讯装置回传至 PLC，实现“四重判定全通过才许可放行”的硬联锁，有效防止误操作导致的跑车、溜车事故。系统具备自动复位、手动复位、紧急停止及现场语音联动功能，识别准确率高、响应快、部署灵活，为煤矿斜巷轨道运输提供了先进、可靠的安全技术保障。

二、技术特点

本系统采用“AI视觉识别+无线信号应急通讯+PLC ”联锁控制一体化架构，通过网络摄像机实时采集轨道画面，利用FFmpeg抽取关键帧并调用YOLOv11n深度学习模型对钢丝绳挂钩、插销锁定、人工手势三类目标进行检测，按类别动态设置置信度阈值，兼顾识别准确率与响应速度；识别结果与串口采集的语音确认信号汇总，构成钢丝绳+插销+手势+语音四重安全判定，只有四项全部通过才向PLC输出已许可信号，实现联锁控制；系统通过工业级无线通讯模块与PLC双向数据交互，支持线圈复位、寄存器状态回传等功能，配备紧急停止、手动确认、复位三路控制；该系统适用于煤矿井下斜巷轨道运输、车场调车作业等需要人员—车辆—信号多方安全确认的场合；具有四重判定加延时兜底的抗误报能力，支持南北双轨道独立并行判定以及自动复位/手动复位/PLC复位三种模式等先进性。

三、应用情况

已应用于山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿。系统自投运以来运行稳定，实现矿车挂钩、插销、手势、语音四重安全条件的自动识别与联锁控制，矿车计数准确，识别响应快，PLC通讯稳定可靠。系统有效杜绝了因人员误操作或确认不全导致的跑车、溜车风险，显著提升了轨道运输的安全性与自动化水平。本系统可广泛应用于煤矿井下斜巷运输、车场调车、地面轨道运输等场景，尤其适合需要人—车—信号多方确认的联锁控制场合。系统结构紧凑、部署灵活、适应性强，具备良好的行业推广价值。



6.4 矿山地面储料场全封闭智能气膜安全防护装备

申报单位：西德气膜（山东）环境技术有限公司

一、基本情况

本装备是矿山地面储料场全封闭智能气膜安全防护装备，采用高性能PVDF阻燃膜材与斜向正交网状钢缆系统，搭载智能恒压供气、粉尘监测、瓦斯预警、防爆通风模块，适用于煤矿及非金属矿山料场大跨度封闭围护。抑尘率≥95%，源头管控粉尘，降低煤自燃隐患；可抗12级风、50 cm积雪，-60 ℃～70 ℃稳定工作。无梁柱大跨度结构，不影响堆取料设备作业；配套PLC智能系统，支持无人值守、远程监控，可替代传统钢结构煤棚，助力矿山绿色智能改造。

二、技术特点

气膜结构的核心在于“以气承力”——通过持续送风维持室内微正压，使柔性膜材产生预张应力以抵抗外部荷载。与传统建筑不同，膜材本身不承受弯矩和剪力，而是通过曲面形态将荷载转化为膜面拉力，这一力学特性使其天然适用于大跨度封闭场景。气压值与抗风抗雪能力正相关：内部气压越高，抵御风荷载和雪荷载的能力越强，结构形变越小。结构性能：最大跨度220 m（无梁柱），抗风等级12级（对应风速32.7 m/s），抗雪载1.0 kN/m^2（可抵御50 cm积雪），气密性≤1.2 m^3/（h·m^2）；膜材性能：阻燃等级B1级（GB 8624），抗拉强度7 000 N/5 cm，抗撕裂强度6000～9500 N，耐温范围-60 ℃～70 ℃，使用寿命30年；安全智能系统：24小时实时监测棚内气压、温湿度、粉尘浓度、CO（煤矿可选配CH_4）浓度；粉尘浓度超标自动报警并联动喷淋；CO/瓦斯超限自动启动防爆通风；气压异常自动启动备用风机，断电时备用电源维持48小时；抑尘与防自燃：全封闭抑尘率≥95%，隔绝雨水杜绝煤炭淋雨流失，降低自燃风险；经济性：10 000 m^2项目现场安装20天，建设周期较钢结构缩短60%，综合造价较钢结构低40%；对地基要求低，平整硬化地面即可建设；支持整体拆装、异地重复迁移。

三、应用情况

已应用于京能（赤峰）能源发展有限公司11 078 m^2气膜储煤棚，2023年12月投运，已稳定运行33个月。项目为6万吨级煤炭堆场封闭改造，解决原露天堆场煤尘无组织排放、雨季煤炭流失、自燃隐患三大问题。投运后实测抑尘率95%，物料损耗由3%～5%降至0.5%以内，煤棚内粉尘浓度稳定在10 mg/m^3以下，减少堆场作业人员6名，顺利通过赤峰市环保督察验收。山东能源钙基新材料有限公司18 200 m^2气膜砂石料仓储棚位于山东省淄博市淄川区龙泉镇，2025年6月投运，已稳定运行15个月。项目为10万吨级砂石骨料堆场封闭改造，解决原露天堆场粉尘无组织排放、雨雪天气物料流失、露天堆存安全防护薄弱三大问题。投运后实测抑尘率95%，物料损耗由3%～5%降至0.5%以内，料棚内粉尘浓度稳定在10 mg/m^3以下，减少堆场现场值守作业人员7名，顺利通过淄博市环保常态化督查验收。契合矿山智能化、绿色化、安全化改造政策方向，适配各类矿山堆场改造需求，通用性强、落地性高，市场推广前景广阔。



6.5 防冲钻孔机器人

申报单位：山东天河科技股份有限公司

一、基本情况

防冲钻孔机器人是山东天河科技股份有限公司自主研发的电液智能控制钻孔装备，适用于煤矿冲击地压危险区域解危卸压钻孔施工。装备采用泵站、钻机一体化设计，机身宽度仅1.10 m，可实现钻杆自动装卸与设备远程操控，有效解决人机分离；配备钻孔深度测量及煤体压力检测系统，具备扭矩、转速自动调节与故障诊断功能，显著提高钻进效率与施工安全性，属冲击地压防治先进适用装备。

二、技术特点

体积小：泵站、钻机一体化设计，机身宽度仅有1.10 m，适应煤矿井下狭窄作业空间。一键全自动钻进：自动钻杆箱采用弹夹式结构设计，由梭臂和钻杆箱组成，机械手自由度少、故障率低，满足一次钻进25 m无人干预要求。智能钻进：钻机给进行程1200 mm，配备钻孔深度测量及煤体压力检测系统，每次钻进数据均可导出分析，实时显示转速、钻孔深度等参数，实现扭矩、转速自动调节，减少卡钻抱钻现象，提高钻进效率。操作安全：可远距离一人操控，实现人机分离、远离冲击危险区域。视距遥控与远程操作可自由切换，遥控器采用无线通讯，遥控距离不低于50 m；机身配备不少于4个视频摄像头实时监控，远程操控平台控制距离不小于300 m。

三、应用情况

该装备适用于煤矿井下冲击地压危险区域解危卸压钻孔施工，可在迎头、帮部、顶板等位置开展全方位钻孔作业，大幅减少作业人员进入危险区域，实现减人提效。产品已在中煤能源、山东能源、开滦集团等大型煤炭企业推广应用。2025年8月，赵楼煤矿试用防冲钻孔机器人开展防冲卸压钻孔施工（孔深25 m、孔径150 mm/200 mm），连续运行45天，应用效果良好。设备整机宽1.1 m，支持自动装卸钻杆，钻箱容量大，钻进过程无需人工干预，搭载负载敏感变量液压系统，可

智能调节扭矩与转速，降低卡钻、抱钻风险。装备有效降低工人劳动强度、精简现场人员配置，提升冲击地压防治安全水平，在深部开采、强冲击地压矿井推广前景广阔。



6.6 安全运维管控平台

申报单位：北京天玛智控科技股份有限公司

合作单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

一、基本情况

针对综采工作面液压支架支护质量监测与安全运维的现存技术痛点，本项目依托现场长期工程实践，自主研发液压支架安全运维管理平台系统。系统集成设备故障诊断分析、支架支护状态研判、矿压动态分析、生产数据统计、门户信息可视化展示等核心功能模块，可实现设备故障智能化甄别、支架支护工况实时评估、矿压异常超前预警、生产数据自动化汇总分析。同时依托可视化集成门户，全景展示工作面运行态势，为矿井安全、高效回采作业提供精准的数据支撑与科学决策依据。

二、技术特点

基于海量数据存储处理，支持秒级快速响应。井下各类设备持续产生压力、温度、空间位置等多维度运行数据，平台对实时动态数据与历史统计数据实行分类精细化管理，充分发挥不同数据的应用价值。系统可快速调取工作面实时运行工况，也可精准回溯任意历史时段的支架压力变化曲线，全程响应迅速、数据传输稳定，无卡顿、无数据丢失问题。全天候实时监测，实现异常超前预警。平台对支架压力、设备运行温度、设备工作状态等关键参数开展24小时不间断在线监测，监测数据实时同步至可视化大屏。针对压力超限、设备停机、周期来压等各类工况异常，系统可自动识别研判、及时推送预警信息，实现安全隐患早发现、早处置，将传统事后溯源排查的管理模式转变为事前主动防控。融合专家经验，实现工况智能评分研判。平台凝练矿压领域专家的现场研判经验，构建多维度指标综合评价模型，对支架初撑力、安全阀启闭状态、保压性能、姿态偏差等核心参数进行自动加权运算。可精准判定单台支架的非正常运行状态，清晰定位故障及工况异常成因，直接输出量化评分与研判结果，替代传统人工逐架逐一

排查的作业方式，大幅降低人工运维成本。多维数据融合分析，全域态势一屏统览。系统可对工作面推进度、原煤产量、设备开机率、自动化运行率等核心生产指标，开展日、周、月、年全周期自动汇总统计。依托热力图、三维曲面图、趋势曲线图等可视化载体，全方位、立体化展示工作面生产运行全貌。平台所有功能页面采用统一数据源、统一统计口径，大屏终端与移动端数据实时同步，有效规避数据偏差、报表数据不统一等问题。适配性强，支持快速无扰部署。针对不同矿井的设备配置差异与复杂现场工况，平台支持模块化配置适配，仅需调整系统参数即可完成现场对接适配，无需修改底层程序代码。整体部署周期短，全程不干扰矿井原有生产作业流程，可实现快速落地投用。

三、应用情况

已应用于阳城、付村、邱集、圣亿欣、龙华等煤矿，产品具备模块化升级能力，5分钟内可完成部署，能够明确地展示出故障、支护、矿压、生产等安全运维数据，有效降低了安全风险，具备7×24小时不间断可靠运行能力，为矿井安全运维管理工作，提供了坚实可靠的技术支撑。产品基于模块化插件架构，部署简便、扩展性强，具备向全国煤矿综采工作面规模化推广的良好前景，亦可为其他重工业设备状态监测与运维管理提供技术借鉴。



6.7 煤矿物料智能调度平台

申报单位：鲸航工业科技（山东）有限公司

一、基本情况

煤矿物料智能调度平台面向煤矿集约化运输场景，将用车需求、集中调度、运输执行、到货签收和考核评价转化为线上闭环，实现辅助运输全过程可视、可控、可追溯。系统统一管理用车需求、运输订单、司机、机车、车皮与运输路线，建立司机、机车、车皮相互独立的资源池，支持动态绑定、订单合并、运力推荐与路径规划，接入机车精确定位与车皮RFID无源识别实现车皮区域定位与去向判断，并具备语音下单和知识库问答能力，推动运输管理由经验驱动向数据驱动转变。

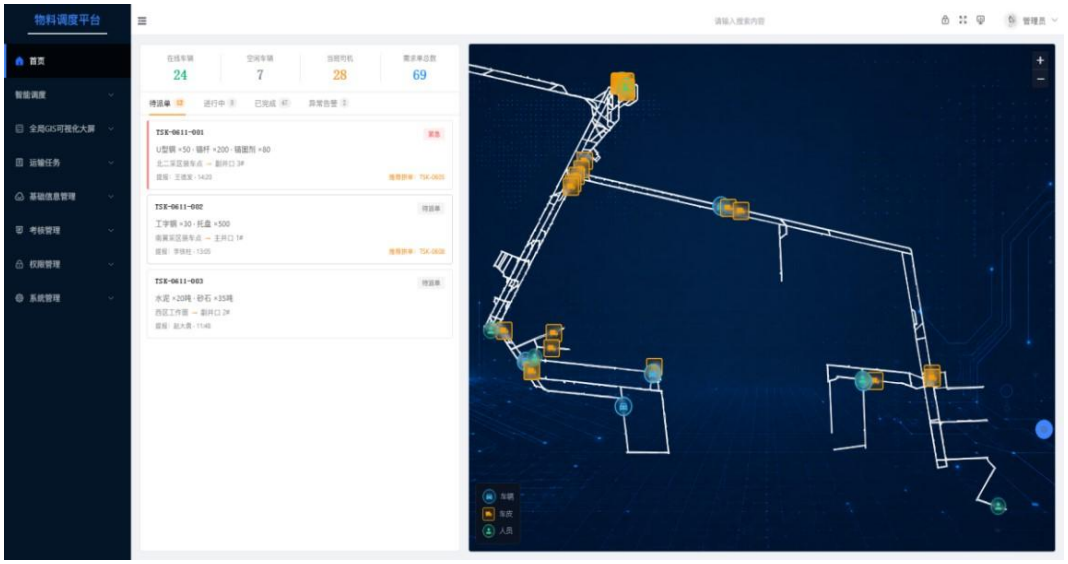
二、技术特点

系统基于运输订单、计划路线、机车轨迹和关键节点识别，构建适合煤矿的辅助运输闭环管理体系，接入机车精确定位数据，在车皮上安装无源RFID标识卡，通过车场、道岔、工作面及装卸点等关键节点读卡器实现车皮区域定位与去向判断；建立司机、机车、车皮相互独立的资源池，司机接单后动态绑定可用车辆，车辆充电、检修或临时更换不影响运输任务；结合任务优先级、车辆状态、巷道通行条件和运输方向，进行订单合并、运力推荐和路径规划；建设语音下单和知识库问答能力，自动提取用车需求、辅助查询运输制度及路线，降低使用门槛，实现订单管理、运力调度、路径规划、机车定位、车皮识别与现场签收的全过程线上流转。适用于煤矿井下辅助运输及物资配送场景，并可推广至集团各矿井及原材料、半成品、现场周转仓等多主体多仓库管理场景。

三、应用情况

项目已选择典型车场、运输路线和工作面开展试点验证，实现用车需求、派单、运输、签收、车皮释放全流程线上流转，减少车辆争抢、驶、车皮占压等问题，提升车辆与车皮利用效率。系统可推广至

集团各矿井辅助运输及多主体多仓库物资管理场景，并为后续智能库存、需求预测、自动补货、供应链协同和经营决策分析奠定数据基础，市场前景广阔。



6.8 一种爆破断顶卸压防治冲击地压新工艺

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：淮南舜泰化工有限责任公司

一、基本情况

断顶爆破广泛用于煤矿井下冲击地压防治，其核心在于利用爆破贯通裂隙形成连续弱面，通过减弱顶板破断动载、降低悬顶静载，从而有效降低冲击风险。我矿为进一步优化爆破施工工艺，引进了煤矿许用瓦斯抽采水胶药柱炸药和封孔囊袋封孔技术，能够有效提高施工效率，减轻人工劳动强度。相较于传统爆破工艺，具有炸药的爆炸威力大、安全性高、长钻孔装药操作简单、施工方便、炸药起爆和传爆可靠、无沟槽效应、应用方便，以及封孔速度快、固结强度高、密闭性好、抗冲击性强等优势，能有效降低爆破扬尘、抑制有害气体溢出，规避爆破冲炮、漏气安全隐患，大幅提升井下爆破作业安全性与标准化水平，适配各类复杂巷道及煤层爆破施工场景。

二、技术特点

煤矿许用瓦斯抽采水胶药柱规格为φ63 mm×1000 mm×3500 g。该产品采用独特的上下堵头公母螺纹连接方式，具有操作简单，使用安全的优点，药柱内部置有特制传爆体，可保证药柱起爆、传爆可靠，解决了在深孔（大于50 m）不耦合装药条件下炸药可靠传爆的技术难题。采用分段密闭快速封孔结构，依托高强度封堵主材搭配快硬固结材料，对爆破钻孔实施分层填充、压实密闭。封堵材料快速渗透贴合钻孔孔壁，快速固化形成高强度密闭防护层，完全封堵钻孔通孔及周边围岩微小裂隙。爆破作业时，固结封堵层可有效抵御爆破瞬时冲击压力，阻挡爆生气体、粉尘、有害气体外泄，约束爆破能量集中作用于煤岩体，提升爆破破碎效果，同时杜绝冲炮、塌孔、漏气等安全问题。该工艺适用于煤矿井下为增加煤（岩）体裂隙而在实体煤（岩）体中进行的非落煤（岩）深孔预裂控制爆破以及其他特殊中深孔爆破。

如高瓦斯低透气性煤层深孔爆破卸压增透、坚硬顶（底）板和超厚煤岩层弱化以及页岩气开采、地表隧道施工等工程爆破。

三、应用情况

已在煤矿井下巷道掘进、工作面回采爆破作业中批量应用，现场实践表明，该工艺具有独特的装药结构和传爆体系，其威力大、有毒气体含量少、无管道效应、传爆稳定，封孔合格率可达99%以上，相较于传统封孔方式，爆破扬尘降低45%左右，有害气体外泄量大幅减少，杜绝爆破冲炮、漏气、飞石等安全隐患。同时爆破能量利用率显著提升，煤岩体破碎效果均匀，减少二次爆破作业，有效提升采掘施工效率、降低施工成本。该工艺适配各类矿井爆破作业场景，操作简单、安全可靠、性价比高，具备极强的行业通用性，可在全国矿山井下爆破施工中大规模推广应用。

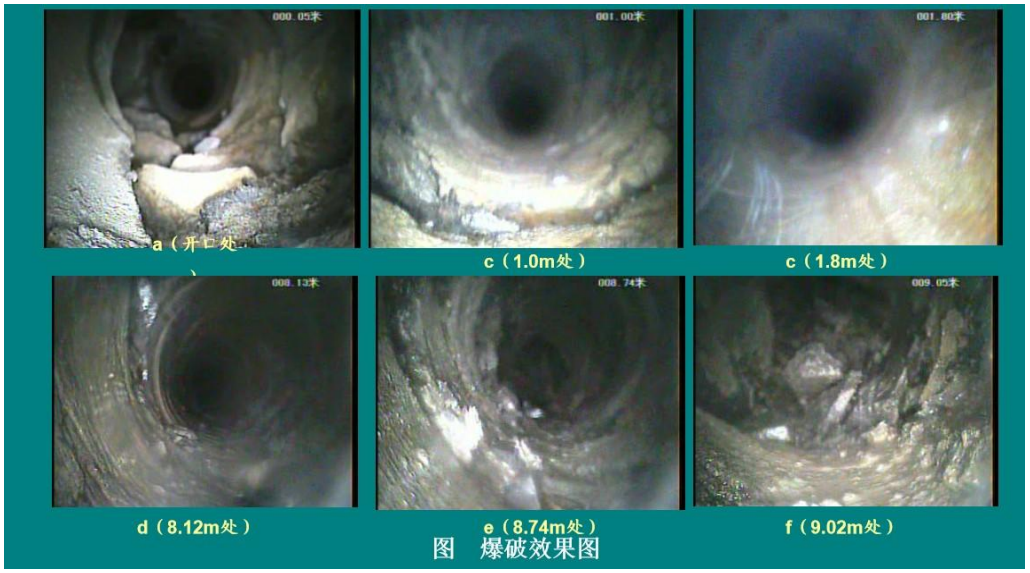


图　爆破效果图

6.9 盐井钻探项目智慧工地安全管控与智能预警技术

申报单位：山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队

（山东省第五地质矿产勘查院）

合作单位：泰安业泽地质勘探工程有限公司

山东远晟地质勘探有限公司

一、基本情况

盐井钻探工地施工周期长、工况复杂、作业人员密集，监管难度突出，传统安全管理依赖人工现场巡查，实时性较差，存在监管盲区。本综合安全预警管控技术融合历史隐患大数据、北斗定位、AI视频识别、多源传感采集，集成人员安全管控、设备工况监测、环境风险感知、违规智能告警功能，率先在山东盐井钻探领域应用，覆盖3处井场、120名作业人员，累计预警违规150余次，闭环率100%，实现项目全周期预防性安全管理，有效保障井场作业安全。

二、技术特点

企业野外钻探井场点位存在分散、地处偏远、网络条件薄弱、人工巡查滞后等问题，是行业安全监管长期技术瓶颈。为破解盐井钻探野外作业安全监管难题，技术具备三大优势：全域风险研判。围绕人员、设备、环境三类核心要素，基于基础数据、设备状态、人员行为、环境参数等多源信息开展智能研判，精准识别各类潜在隐蔽风险，实现作业风险事前预判、动态管控。实时智能预警。聚焦人员违章、井场边界防控、异常风险监测，自动识别违规行为，同步触发现场声光报警、远程信息推送及闭环处置，隐患上报、整改、复查销号全流程线上留痕可追溯。适配野外工况，支持弱网下本地缓存、网络恢复后数据续传。秒级快速响应。技术彻底改变传统事后巡查、被动处置的监管短板，将隐患预警响应时长从传统18小时大幅压缩至60秒以内，实现风险实时识别、极速预警处置，成功构建“智能识别、秒级预警、闭环处置”的新型监管模式，大幅提升盐井钻探井场本质安全管控效能。整套技术补齐了野外盐井钻探安全监管的各类短板，兼顾常

态化风险防控与应急快速处置，适配复杂野外作业工况，有效解决了传统监管盲区多、响应慢、管控弱的行业痛点，为盐井钻探工程安全标准化、智能化管控提供了可靠的技术支撑。

三、应用情况

本技术将物联网实时感知、AI风险预判、大数据应急调度深度融合，目前已在省内3个盐井钻探井场落地应用，累计智能识别并闭环处置各类安全隐患150余起，产生间接安全与经济效益约538.6万元，应用期间未发生生产安全事故，安全效益和社会效益显著。该技术已同步在内蒙古、甘肃、河北、广西、山东等多家企业落地应用。下一步可向盐井钻探、盐穴储能井、地质钻探等野外作业场景进一步推广，推广应用前景广阔。





6.10 模拟巷道训练系统

申报单位：中煤科工集团沈阳研究院有限公司

一、基本情况

模拟巷道训练系统是矿山应急救援队开展井下实战化训练的成套装备，系统设有通风、运输、压风、供排水、供配电、照明及监测监控、人员位置监测、通信联络等设施，可模拟矿井火灾、水害、烟雾、高温高湿、冒顶等灾害事故场景，实现远程集中控制、数据采集与设备监测，可开展狭窄巷道、深井救援、高温浓烟等科目训练，场景逼真、自动化程度高、运行安全可靠。

二、技术特点

模拟巷道训练系统由冒顶、深井救援、医疗、高温烟热、火灾、水灾、提升、通风、压风、供电、监测监控、通信、视频、定位、集中控制、供水等16个子系统组成。冒顶演练以仿真顶板、仿真石头与粉尘模拟垮落，远程PC机控制顶板开合，可控制一次或二次垮落；火灾演练采用高耐候钢轰燃火燃烧装置，丙烷燃料，1.5米高处辐射热达260 ℃以上；高温烟热演练配置发烟装置与电热风机，烟雾量400 m^3/min；水灾演练采用潜污泵排水；通风采用动叶可调主要通风机，10分钟自动反风，反风量不小于正风量的40%，设在线监测、变频调节；压风按需自动开启；供电采用矿用隔爆型设备，具备多重保护与闭锁，可远控分闸；监测监控符合AQ 6201—2019标准，传感器采用防爆型式Exia/dia，实现分布式控制、分级报警；通信采用矿用5G无线通信及语音广播，支持语音、数据、视频融合；定位采用KJ405T系统，精度0.3～5 m；集中控制通过冗余环网与组态软件实现远程集中控制、数据采集、设备监测与联动报警。系统可用于矿山应急救援中心、救护大队等实训场所的井下实战模拟救援演练，可用于狭窄巷道、深井救援、高温浓烟等科目训练。

三、应用情况

该系统应用于兖州煤业股份有限公司应急救援中心（山东省济宁市），训练巷道位于场区西北部体育场地下，主要用于矿山灾害井下实战模拟救援演练，可开展井下真火爆燃、排水救灾、冒顶事故等训练科目，搭建逼真的井下灾害场景，使被训人员身临其境，有效提升救援队伍实战化训练水平。该系统可满足矿山救护队伍实战化训练需求，具备向其他矿山应急救援中心、矿山救护大队推广应用的广阔前景。





6.11 煤矿职工健康大数据平台

申报单位：北斗天地股份有限公司

一、基本情况

煤矿职工健康大数据平台立足于关注职工健康状况，服务煤矿职工健康管理工作。通过AI魔镜、健康体检一体机、智能穿戴设备等实现职工健康数据的多维度采集，进行职工健康状况分析，筛选异常人员，达到健康预警目的。煤矿职工健康大数据平台当前主要价值在于强化煤矿“不放心人”筛选和管理能力，通过综合体征数据的分析，对不放心人进行超前发现、超前提示、超前关注，进一步提升矿井的人员健康风险管理能力。

二、技术特点

系统及配套装备是信息技术、健康管理、数据分析和应用等多个科学技术领域交叉融合的成果，是一套集健康数据采集存储、分析、预警和干预于一体的智能化系统。目前，国内外在煤矿职工健康管理领域的研究和技术应用主要集中在数据采集、存储和简单分析上。尽管一些系统能够实现部分数据的采集和存储，但在数据的实时性、全面性和智能分析方面仍有较大提升空间。通过矿用个人穿戴设备实现数据的实时采集，确保数据的及时性和准确性。通过职工健康大数据平台，结合物联网、大数据分析和人工智能技术，可实现对员工健康情况的全面、实时、精准管理。系统成功地将云计算、物联网、移动互联网等现代信息技术应用于煤矿职工健康管理领域，形成了具有自主知识产权的核心技术。这些技术的应用不仅提高了系统的稳定性和可靠性，还降低了系统的运维成本和复杂性。在关键技术上，攻克多源健康数据融合分析、个性化健康管理建议生成等难题，实现了对职工健康状况的全面监测和精准管理。此外，还创新性地引入了大数据分析和人工智能技术，提高了系统的智能化水平和处理效率。矿用智能手表等产品的应用，可满足企业职工体征信息的实时采集上传需求，为职工健康管理丰富数据生态。

三、应用情况

职工健康系统以矿用本安型智能穿戴产品为核心，结合北斗AI魔镜和健康体检一体机等设备，为煤矿职工提供全面的健康管理服务，在山东能源集团完成了超过13对矿井的职工健康管理系统项目建设，并在大唐国源、乌海能源以及宁夏煤业等单位实现了综合应用，已完成系统部署应用单位超过20家，部署手表数量超过15 000只，形成产值超过7500万元，具备良好行业示范与市场推广价值。





6.12 矿山井下全路况多功能安全巡检车

申报单位：招远华丰机械设备有限公司

一、基本情况

矿山井下全路况多功能安全巡检车是专为地下非煤矿山设计的井下装备，以柴油机为动力，机械传动，四轮驱动，正向驾驶，前独立悬架，齿轮齿条转向器，转向角大，转弯灵活、半径小，适用于中等断面的巷道作业。整车采用全封闭多盘湿式弹簧制动系统、封闭式驾驶室及全金属整体骨架车厢，安全可靠、舒适，满足矿长带班下井与安全巡检需求。产品通过国家安全生产长沙矿山机电检测检验中心安标定型检验，全部合格。

二、技术特点

动力系统采用了国IV水冷式低污染发动机；动力传动系统采用了机械变速箱，三速换挡，操纵灵活，分动箱带高低挡切换；弹簧制动液压释放单回路制动驱动桥，矿用花纹耐切割充气轮胎，四轮驱动系统(发明专利号:ZL202111193132.7一种运输车的四轮驱动转向系统)；制动器带强制冷却循环系统，制动散热性能更好；车架和底盘采用分体式结构，降噪，底盘稳定牢固，减震性好（发明专利号：ZL202111410660.3，一种矿用运输车分体式降噪动力组合布置；专利号：ZL202111189169.2，矿用综合运输车专用底盘及采用该底盘的运输车）；采用封闭式驾驶室更安全舒适；整车箱体为全金属整体骨架结构，强度高，具有翻滚保护结构（ROPS）和落物保护结构（FOPS），分别符合GB/T 17922—2014、GB/T 17771—2010的要求（见整车检验报告第2页，第15项），通过国标要求的冲击试验检测（见车厢驾驶室检验报告A2024W729）；加装尾气净化装置，排放CO 698×10^{-6}、NO 149×10^{-6}，符合GB 21500—2008的要求。适用于断面3.2 m（高）×3.3 m（宽）及以上、通风排水良好的中等断面巷道，环境温度2～40 ℃、相对湿度≤85%，燃油含硫量≤0.2%；严禁用于有瓦斯、煤尘等易燃易爆气体的场所。

三、应用情况

该装备主要应用于金属非金属地下矿山，承担矿长带班下井、安全巡检及井下物料运输，可在3.2 m × 3.3 m以上断面巷道安全运行。样机经国家安全生产长沙矿山机电检测检验中心安标定型检验（KA2024W2217），15项全部合格（见证明材料整车检验报告第2页），制动、爬坡、牵引等性能均优于标准要求，应用效果良好。随着矿山安全生产监管要求不断提高、矿长带班制度与安全巡检常态化推进，本装备市场需求持续增长，具备良好的推广应用前景。





第7部分　矿山洗选

7.1 洗煤厂旋流微泡浮选柱分选（二次浮选）工艺系统的应用

申报单位：汶上义桥煤矿有限责任公司

一、基本情况

义桥煤矿洗煤厂二次浮选工艺通过改变原一次浮选机操作参数，在一次浮选（采用XJM-S16型浮选机）的基础上，调整关键操作参数，将一浮尾煤灰分提高到70%以上，大幅释放了高质量中间产物（一浮精煤），一浮精煤自流至新增二浮入料池，通过新增引入核心设备“旋流微泡浮选柱”，利用其高效的气固液三相分离特性，实现精细化深度分选，最大限度脱除残存的高灰分细泥，显著降低浮选精煤灰分，实现煤炭产品质量的质的飞跃。通过二次浮选，浮精煤灰分由原先的11.5%左右，下降至平均9%左右，尾煤泥灰分由原先的51%提高至70%左右，较大程度地提高尾煤灰分，浮精煤灰分控制在9%左右，较好地解决了重介精煤为浮选精煤背灰的问题，浮选精煤灰分可控，并可全部直接掺入综合精煤，综合精煤产率提高1.5%以上，精煤质量更加稳定。

二、技术特点

旋流微泡浮选柱浮选工艺具有精煤泡沫层厚（最厚可达100 cm左右），泡沫“二次富集”精选区长，精煤泡沫中夹带的高灰细泥少的突出特点，对选煤厂高灰细泥含量较高的浮选入料，可彻底解决重介精煤为浮选精煤背灰与浮精不能全部掺入综合精煤的问题。通过实施旋流微泡浮选柱及配套工艺系统对原浮选机一浮精煤进行二次浮选，改变一次浮选机操作参数，将一浮尾煤灰分提高到70%以上，一浮精煤（不需保证质量，为便于自流，需要时增加喷淋消泡水）自流至新增二浮入料桶，通过新增二浮入料泵打至新增矿浆预处理器，与浮选药剂（起泡剂、捕收剂）充分混合后自流进入新增旋流微泡浮选柱，浮

选柱选出的精煤浆自流（增加喷淋消泡水）至原精矿池，利用原有浮精压滤系统脱水回收，二次浮选尾煤水通过新增尾矿管路自流至原尾煤浓缩机，与一浮尾煤一起利用原尾煤浓缩机浓缩后，利用原尾煤压滤机脱水回收。

三、应用情况

从当月试生产化验数据与经济效益分析可看出，自试运行以来，浮选精煤灰分下降明显，灰分指标基本稳定在9%左右，较未投入二浮项目之前下降2.5个百分点左右，较好地解决了重介精煤为浮选精煤背灰的问题，浮选精煤产率（占入浮煤泥）提高了10.75%，浮选尾矿灰分由原先的51%提高到70%左右，提高12%以上，煤泥发热量由原先的2700大卡下降至1100大卡左右；未投入二浮项目前，浮精煤灰分平均11.5%左右，掺配量平均60%，目前浮精煤灰分降至9%左右，可全部直接掺入综合精煤。6月份浮精煤已基本全部掺配到精煤进行销售，主精煤灰分指标符合客户需求，整体创效显著，投资回报率非常高，是选煤厂重要的经济效益增长点，具有较好的示范作用。





7.2 矿山选厂球磨机智能加球装置

申报单位：山东迈格智能科技有限公司

一、基本情况

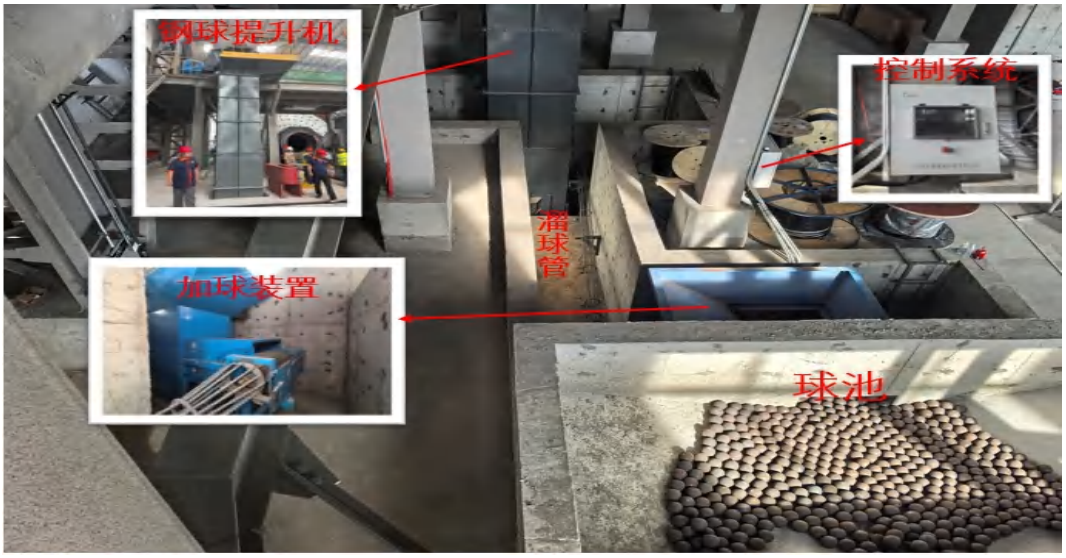
在矿山选矿车间地表设置带储球仓的自动加球机，钢球经自动加球机计量后加出，经封闭式钢球提升机，提升至球磨机入料平台后自溜进入球磨机，实现钢球从地表存储—精准计量添加—提升转运—进入球磨机全流程的无人化作业，避免了传统人工将钢球高空跨车间转运、人工添加钢球存在的钢球倾落砸伤设备或工人的安全隐患，同时，可以实现钢球的均匀、精准添加，利于球磨机的负荷和磨矿细度的稳定控制，是智慧矿山建设不可或缺的一部分。

二、技术特点

智能加球装置主要由储球仓、加球执行器、钢球提升机、控制系统组成，储球仓与加球执行器连接，实现钢球从存储到均匀、精准逐个取出的过程，钢球提升机利用链条带动托爪实现钢球从地表到球磨入料平台的封闭式转运，控制系统可以联动球磨机运行状态和实时入磨矿量信号，做到根据单位时间内的入磨矿量统计结合球耗比、球径、单球重等参数，自动计算单位时间内磨耗的钢球量，按需启动加球装置，实现钢球的动态均匀、精准补加。钢球在加球执行器捕捉和添加过程中，通过激光传感器、称重传感器进行计数和称重，信息与控制系统实时交互，自动生成班日月年报表信息。该装置适用于各类矿山选厂磨矿工段的磨矿介质无人化添加过程，可兼容适配钢球、钢段、陶瓷球等多种类、多尺寸磨矿介质，球仓容量及加球能力可根据选矿处理量规模定制，可单机、多机并联实现多种磨矿介质的混合组配精准添加。智能加球装置可以实现球磨机加球岗位的无人值守，避免了传统人工将钢球高空跨车间转运、人工添加钢球存在的钢球倾落砸伤设备或工人的安全隐患，同时，可以实现钢球的均匀、精准添加，利于球磨机的负荷和磨矿细度的稳定控制。该装置是智慧矿山建设不可或缺的一部分。

三、应用情况

已应用于莱州汇金矿业投资有限公司和青岛金星矿业股份有限公司。智能加球装置的应用实现了矿山企业加球过程的无人值守，工人劳动强度和安全隐患大大降低，钢球通过均匀、精准的智能化补加，稳定了球磨机的负荷和磨矿细度，间接提高了球磨机的处理量和选矿回收率等指标，符合国家矿山安全、节能、绿色、智能建设要求，值得推广应用。





7.3 重介选煤分选密度智能控制系统

申报单位：兖矿能源集团股份有限公司

合作单位：云鼎科技股份有限公司

一、基本情况

本系统核心目标为以数字化技术替代人工经验，实现重介密度的精准预测与动态调控，解决行业内“人工调控质量波动”的共性问题，推动重介分选从“粗放式生产”向“精细化管控”升级。本系统聚焦重介分选密度控制这一核心环节，旨在构建基于历史数据与预测大模型的智能调控系统。系统立足选煤厂实际生产过程，以重介密控等关键环节的自动化为基础，引入AI智能洗选煤工艺管理理念，创新研发基于图网络大模型（GNN）的复杂非线性模型、增减基模型及融合微调训练策略，搭建自学习重介密控预测模型，实现对关键参数的智能预测。

二、技术特点

本系统深度融合原煤灰分、原煤处理量、精煤灰分、精煤产率、悬浮液密度、磁性物含量、入料压力等多源生产数据，通过建立预测关系模型，结合实时在线数据流与自学习算法，实现对重介分选密度的自主预测与动态修正。本系统可依据原煤煤质变化及精煤灰分实时反馈，自动调节悬浮液密度设定值。本系统智能调控方案具备极强的可推广性，一是聚焦的“重介密度人工调控”痛点，是国内绝大多数采用重介分选工艺的选煤厂的共性问题，系统应用需求较高；二是采用的“数采网关+大数据建模+平台化落地”架构不绑定特定的设备型号，可根据不同选煤厂的产能规模、设备配置灵活适配，无需对现有生产系统进行大规模改造，落地成本可控。该系统的应用将推动行业从重介密度控制的“人工经验驱动”向“智能数据驱动”转变，助力选煤厂智能化建设升级。本系统的成功实践为推动我国选煤行业从“人控”向“数控”转型提供了可复制、可推广的示范样板，有助于提升

行业整体自动化、智能化水平，促进煤炭清洁高效利用，助力“双碳”目标实现，具有重要的行业引领与社会价值。

三、应用情况

目前该系统已应用于济二煤矿选煤厂，项目实施后，重介分选环节控制精度显著提升，通过实时调节悬浮液密度，有效保障精煤产品质量稳定性的同时，最大化精煤回收率，实现精煤产率提升0.2个百分点以上。以济二煤矿年入洗原煤200万吨计，精煤与中煤差价按500元/吨核算，折合年增直接经济效益200万元，经济效益可观。该方案投资回收周期短、见效快，具备良好的经济可行性。

系统采用的“数采网关+大数据建模+平台化落地”架构不绑定特定矿厂的设备型号，可根据不同选煤厂的产能规模、设备配置灵活适配，无需对现有生产系统进行大规模改造，落地成本可控。





7.4 新型复合高频脱泥脱水筛

申报单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿

合作单位：威海市海王旋流器有限公司

一、基本情况

新型复合高频脱泥脱水筛是针对洗选系统大流量排料研发的脱泥脱水一体化装备。双振动电机激振，振动次数与振幅可按物料调节；脱泥段筛面下倾并配高开孔率柔性筛网，二次脱水段采用聚氨酯条缝筛板，两段筛面整体框架式、模块化设计，磨损后可局部更换。单台脱水量由40 ㎥/h提高到80 ㎥/h，脱水效率显著提升，同时解决了高频筛“跑粗”难题，极大减轻后续浓缩压滤系统的压力。

二、技术特点

物料首先进入脱泥段，筛面向下倾斜布置并配置高开孔率柔性筛网，在高频率、小振幅激振作用下实现快速脱泥与预脱水；随后进入二次脱水段，该段筛面可水平布置，也可带角度向上排料布置，采用聚氨酯条缝筛板，在完成精细脱水的同时兼顾承载强度。整机采用双振动电机激振，振动次数与振幅可依据入料粒度、浓度和排料量灵活匹配；脱泥段与脱水段为整体框架式结构，运行平稳、维护便捷。柔性筛网左右挂钩式固定、二次脱水筛板左右卡槽式固定，均为标准化模块化设计，局部磨损可局部更换，显著降低维护成本。适用于炼焦煤、动力煤选煤厂粗精煤泥、中煤泥等物料的脱泥脱水回收，尤其适应入料浓度高、排料量大的工况；可用于煤泥水系统跑粗治理、浓缩压滤减负荷改造及老旧高频筛减量化替代。设备地面安装，占地较原两台并联高频筛减少约50%，可在不新增厂房面积的条件下原位替换，施工周期短、改造影响小。

三、应用情况

该系统已应用于阳城煤矿洗煤厂。主洗车间新型复合高频脱泥脱水筛单台脱水量由40 m³/h提高到80 m³/h，脱水效率提升，跑粗量大幅减少，中煤回收增加，煤泥水系统循环负荷及浓缩压滤压力减轻，系统稳定性增强，预计年增回收中煤资源1800吨，创效19.8万元。适用于各类选煤厂粗煤泥脱水回收与煤泥水系统提效改造，适合大流量、高浓度排料工况，减人降耗与安全保障效果突出，推广价值较好。





7.5 基于AI识别异物智能分拣机器人系统的研究与应用

申报单位：山东济宁运河煤矿有限责任公司

合作单位：中信重工开诚智能装备有限公司

一、基本情况

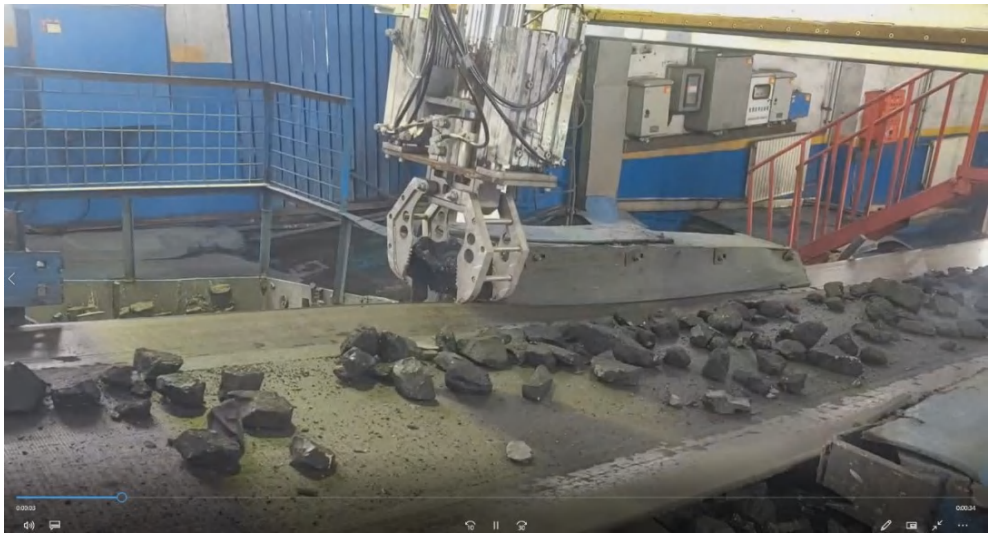
原地面煤流系统除杂皮带采用人工除杂（人工扒大块矸石、挑选分拣铁器等杂物），这不仅劳动强度大，而且存在粉尘、噪音污染，对作业人员健康不利；另外，若人员操作不当，还易被大块矸石、异物砸伤。所以运河煤矿开展了基于AI识别异物智能分拣机器人系统的研究，通过智能AI视觉分析，识别出煤矸以及其他异物，再配合智能机械抓手、机械拨手、电磁磁吸，实现对大块矸石、道木、铁器等异物的智能分拣，以此改善作业环境，降低人工劳动强度。

二、技术特点

通过AI视觉识别技术，采用高速摄像机进行拍照，然后通过图像处理工作站进行深度学习算法处理和图像处理，实现对皮带上大块矸石、铁器、道木、塑料袋等异物的自动识别，最后通过控制中心，配合高精度机械磁吸、机械拨手、机械抓手，实现对异物的智能分拣，从而改善作业环境，降低人工劳动强度，实现机械化换人、智能化减人。适合煤矿以及其他矿山皮带运输系统上杂物的智能分拣除杂。

三、应用情况

已应用于运河煤矿地面煤流系统除杂皮带。系统减少设备故障影响，稳定生产系统；促进原煤纯净无杂物，使煤流系统运行更加稳定可靠，减少设备故障影响带来的经济效益损失；另外也可以提升洗选系统的稳定性，从而提升洗选效益。实现智能化减员提效：通过AI识别异物智能分拣机器人系统，实现大块矸石、异物的智能分拣，实现智能化减员6人，一年可以减少72万元的人工成本支出。适合煤矿以及其他矿山皮带运输系统上杂物的智能分拣除杂应用。





7.6 黄金矿山矿浆取样机器人

申报单位：山东亚历山大智能科技有限公司

一、基本情况

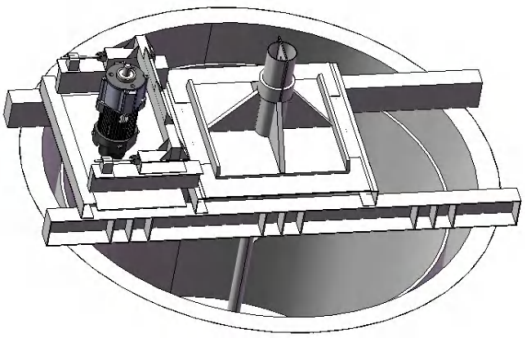
该系统应用于金矿矿浆桶的取样，该系统支持远程启停、参数调节，依托接近开关检测取样头动作到位情况，向上位机反馈工作状态，实现孪生三维可视化展示。配套摄像设备监测取样头动作，AI识别现场人员，对违规闯入、未佩戴安全帽等情况声光报警，支持总控语音对讲。可远程控制相机镜面清洗，适配粉尘现场。基于MODBUS通讯实现远程控制；依托GOMROS实现分布式外设采集控制；采用AI图像识别完成安防监测；运用数字孪生实现取样设备实时同步三维可视化。

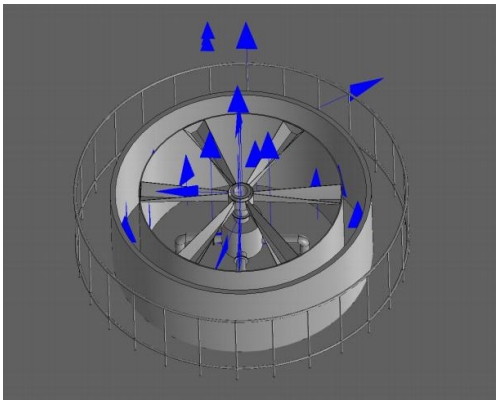
二、技术特点

系统支持远程通讯模块与GOMROS控制器，在原有硬件控制系统基础上直接集成GOMROS控制器，兼容PLC物理接口和工业通信协议。上位机下发控制指令，经通讯模块传输给PLC，驱动气缸带动取样管完成矿浆取样；气缸上磁性开关检测取样管伸缩到位信号，信号经GOMROS控制器上传上位机，实现取样管工作状态反馈与三维画面展示。配套 AI 监控相机，实现人员身份、安全帽识别，异常触发声光报警，支持语音对讲；GOMROS可控制镜头清洗水泵，解决粉尘造成镜头模糊问题。最初PLC需具备网口，支持MODBUS协议，控制箱数据开放；现场环境潮湿、粉尘大，摄像设备需具备防尘防潮、自清洗能力。该技术可在对原设备程序和硬件改动最小的前提下实现效果最大化；摆脱现场人工操作，实现远程参数设置与状态监控；AI视觉实现现场安全防护，异常自动告警；可接入火试金质检系统，大屏可视化展示工况，减少人员在潮湿狭小区域作业，提升矿浆取样作业安全与可靠性。

三、应用情况

应用于矿山矿浆样品采集，部署于三山岛金矿新立、西山厂区管道取样机。无需人员到潮湿狭小现场操作，实现远程控制、取样管动作监测、AI人员安防报警，可对接火试金质检系统，状态可视化大屏展示，降低人员作业风险，提升矿浆取样管控成效。适配矿山潮湿多粉尘工况，减少现场潮湿狭小环境下作业，提升矿浆取样可靠性。可应用于其他矿山矿浆取样点位智能化升级，实现取样少人化，对矿山质检取样智能化具备参考与推广价值。





7.7 智能化、绿色化锆钛矿综合回收成套工艺及装备

申报单位：山东鑫海矿业集团股份有限公司

一、基本情况

国内进口锆钛矿的选矿厂，使用的工艺流程都相对简单，仅回收钛和锆，金属矿物损失严重，且因锆钛原矿中杂质含量高，简单的工艺导致精矿回收率难以提升，精矿品质受限，这对花高价进口的原矿来说是极大的浪费。另外，加工过程中产生的中矿堆放、尾矿排放也是困扰各企业的大难题，一般会将中间产品就近堆放在地上，工厂的状态可以用“脏、乱、差”来描述。国内没有相关案例或经验可实现锆钛矿综合回收、无尾料排放以及精细化加工。为了克服上述难题，鑫海矿业集团集中科研力量，研究创新工艺路线及智能化装备，实现了锆钛矿100%综合回收、自动化生产、智能远程运维、集约化厂区建设（占地面积小、节能降耗、降本、地面整洁、操作简单）、绿色环保（废水回用、物料不落地、除尘降噪）。

二、技术特点

本项目利用矿物间磁性、比重、粒级、导电性差异，采用自主研发成套工艺与装备，构建“原矿擦洗脱泥—湿式磁选—分级重选—电选—污水处理”一体化生产线，可实现多元素共生复杂钛锆矿有价矿物的精细化、全量综合回收，兼具智能高效、集约节能、绿色安全、低成本运营等优势。项目实现全流程智能数字化生产，依托传感器及智能控制系统，搭载智能配料、分料系统与远程集中管控平台，可精准调控生产工况、开展远程运维。有效减少人工干预与操作误差，精简岗位人员，优化生产流程，提升选矿生产稳定性、安全性与资源利用率。项目采用集约化建设模式，采用模块化钢结构厂房，施工快、占地少、投资省。生产设备立体分层布置，磁选工序利用楼层高度差实现矿浆自流，降低能耗；重选工序创新采用双层摇床布局，摒弃传统地下挖坑的老旧设计，合理规划地面给排水及泵组设施，厂区布局规整、运维便捷，大幅节约用地与基建成本。项目践行绿色生产理念，

配套专用污水处理系统，回水利用率达99.75%，实现生产废水零排放。首创“物料不落地”模式，原矿及中间产品全程仓储、皮带转运，减少场内机械作业，杜绝物料散落，消除人车混行安全隐患。同时配备除尘、设备减振、厂区绿化隔音等设施，全方位改善生产环境。项目依托三维设计与PDM管理系统，可提供AR、VR、3D、裸眼3D、全息投影、720漫游、空气屏等多种虚拟与现实相结合的设计。可模拟厂区建成效果、提供报审效果图，助力项目合规报批，同时实现选厂全生命周期可视化管控，兼具降本、安全、智能、环保等多重优势。

三、应用情况

本项目工艺及装备已成功应用于山东日照龙佰100万t/a钛锆矿项目，目前投产运行稳定，可精准回收15种有用矿物，实现有价矿物精细化全量回收，年均营业收入达10亿元，建成智能化、集约化、安全生产、绿色环保的现代化锆钛选矿标杆工厂。该首创技术方案获得行业高度认可，现已落地10个锆钛矿项目，涵盖投产、报规、方案设计多个阶段，推广性强。项目产出的钛精矿、锆英砂兼具国家战略储备与高端民用价值，市场前景广阔。



7.8 黄金矿山皮带取样机器人

申报单位：山东亚历山大智能科技有限公司

一、基本情况

该系统应用于金矿皮带传送上的取样，该系统支持远程启停、参数调节，依托接近开关检测取样头动作到位情况，向上位机反馈工作状态，实现孪生三维可视化展示。配套摄像设备监测取样头动作，AI识别现场人员，对违规闯入、未佩戴安全帽等情况声光报警，支持总控语音对讲。可远程控制相机镜面清洗，适配粉尘现场。基于MODBUS通讯实现远程控制；依托GOMROS实现分布式外设采集控制；采用AI图像识别完成安防监测；运用数字孪生实现取样设备实时同步三维可视化。

二、技术特点

系统包括西门子PLC控制程序，远程通讯模块、GOMROS控制器、位置传感器。GOMROS控制器主要负责接收皮带取样机接近开关信号，获取取样头到位、动作完成状态，把状态数据上传远程通讯模块，转发至上位机，支撑三维画面状态显示。输出控制信号，驱动相机镜面清洗装置的水泵继电器，实现镜头远程清洗，解决矿山现场粉尘造成镜头模糊的问题。衔接现场传感器、执行机构与远程通讯模块，智能监控模块实时监测感知异常情况。工作人员通过上位机组态软件下发指令，经通讯模块传递至PLC驱动取样头完成取样；接近开关检测取样头到位信号，信号上传上位机，实现取样动作状态反馈，同步展示三维工况画面。配套AI摄像设备采集现场画面，镜头可远程清洗，实现动作监测、人员人脸识别、安全帽识别，异常触发声光报警，支持总控语音对讲。适用于矿山矿石样品采集，要求原有PLC具备网口、支持MODBUS协议，控制柜数据接口开放；现场粉尘大，相机需做好防尘防潮，搭配镜面清洗装置。摆脱现场人工操作，远程完成参数调节、设备监控；AI视觉实现人员安全管控，异常自动报警；可与火试金质检

系统对接，大屏三维可视化展示设备状态，减少人员现场作业，提升取样作业安全性与作业效率。

三、应用情况

应用地点为山东黄金三山岛金矿新立厂区，配套2台皮带取样机。该系统实现减少工人岗位，降低人员伤害风险，提升取样作业效率。具备取样机远程监控与参数调节，AI视觉实现人员安全识别报警，设备状态三维可视化，可对接火试金质检系统，通过数字孪生实时同步远程查看设备状态。实现无人远程管控，减少现场人员作业，提升取样成效。适合矿山取样现场粉尘大的工况。可推广至同类矿山取样场景，对矿山取样智能化、少人化具备借鉴价值。

