附件2

电子雷管数字化转型场景图谱

| 类型 | 场景编号 | 典型场景 | 涉及环节 | 现状评级 | 技术工具 | 数据要素 | 知识模型 | 人才技能 | 痛点问题 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 研发设计 | 数字化协同研发 现状评级：2.0 工具链：能够实现基于CAD软件设计的非标设备的开发建模，以及3D打印技术的仿真模拟；能够实现电子雷管工艺研发工程师和测试工程师协同设计和开发产品的系统测试平台；能够实现设备自动化生产、安全管理的设备控制软件；生产过程、人员不安全行为识别的视频监控软件；质量控制系统；CCD视觉检测系统。 数据链：生产数据、质量数据、检测数据、设备数据、产品数据等。 模型链：基于非标装备的三维模型对设计方案进行优化；基于人工智能算法的人员入侵、安全帽检测模型，基质颜色检测、设备状态监测等生产过程检测模型、CCD视觉缺陷检测模型等。 | | | | | | | | |
| 010203-A0000-03-001 | 1.主场景：反馈式研发 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 2 | CAD、数字孪生系统、一体化研发测试平台。 | 起爆时间、延时时间、起爆能量、抗干扰能力、温湿度参数、产品稳定性、操作维护便捷性。 | 非标设备三维模型，电子雷管起爆安全性、可靠性和适应性等数据分析和仿真模型。 | 雷管工艺研发、化学工程、机械设计制造及自动化、机电控制系统分析与设计、软件工程、嵌入式系统、数控技术、仪器仪表科学。 | 合作研发、新产品定型。 |
| 生产制造 | 数字化协同生产 现状评级：2.0 工具链：能够实现基于MES系统、智能仓储系统、AI模块技术的生产线工艺设备的在线实时检测，以及对产品关键质量的控制，同时对生产环境的安全管控提供参考依据。 数据链：视频数据、生产数据、产品信息。 模型链：数字孪生模型、人工智能识别模型。 | | | | | | | | |
| 000200-0B000-02-001 | 2.主场景：柔性生产 | 针对脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售环节 | 3 | 自动控制系统软件、视频监控系统、MES、RFID、数字孪生软件平台。 | 生产订单参数信息、设备运行状况、工艺参数情况、产品指标数据（脚线长度、芯片种类、基础雷管长度、包装数量方式、引火药配比、引火药种类、引火药干燥工艺、起爆药装填次数、压力等）、“三码绑定”数据、仓库统计数据、市场销售数据 | 恒值控制系统、程序控制系统、旅行时间模型、计算机视觉技术、深度学习算法等。 | 机械设计制造及自动化、 电气工程及其自动化、软件工程、嵌入式系统、仪器仪表科学。 | 电子雷管芯片厂家种类比较多，接口和通信协议存在差异，设备在切换产品时调试成本高；电子雷管产品品种和规格比较多，导致库存管理难度大，制约了产品的柔性生产；生产节拍、设备超大米数生产；国外市场拓展；新产品开发 |
| 000200-0B000-02-002 | 3.主场景：安全管理 | 针对引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填，电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 2 | 视频监控，设备管理软件/模块、 AI摄像头、安全联锁软件。 | 生产线参数、视频参数、定员系统数据、仓储数据、安全生产日常管理数据、安全培训知识库、温湿度参数等。 | 安全指数、设备指数和质量指数模型，自动化控制系统、设备紧急停车系统、设备故障自诊断系统、监控系统、AI行为识别系统、安全联锁系统等。 | 安全工程、机械设计制造及自动化、机电控制系统分析与设计、软件工程、嵌入式系统、仪器仪表科学 | 生产线状态参数监控、人的行为监控、人员证照管理、设备保养维护管理、安全环保设施巡检巡查管理、生产线安全连锁定时测试管理、数字孪生虚拟环境人员安全培训、“四超”（超标、超限、超量、超时）、智能仓储管理、柔性生产管理。 |
| 000200-0B000-02-003 | 子场景：安全管理——人的不安全行为 | 针对引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 1 | AI视频监控、安全联锁软件、培训管理手册、数字孪生系统。 | 视频参数、定员系统数据、安全生产日常管理数据、安全培训知识库等。 | 人员入侵（异常闯入检测）、劳动防护用品检测、人员越界检测、人群聚集检测、口罩检测、野蛮装卸检测、双人双锁检测、静电释放检测、数字孪生模型 | 安全工程、机械设计制造及自动化、机电控制系统分析与设计、软件工程、嵌入式系统、仪器仪表科学 | 人的行为监控、数字孪生虚拟环境人员安全培训 |
| 000200-0B000-02-004 | 子场景：安全管理——物的不安全状态 | 针对引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 3 | 防爆视频监控、设备运行状态监测、设备控制软件、安全联锁软件、 MES、CCD检测系统、仓储管理系统、数字孪生系统。 | 设备运行数据、气压监测数据、物料数据、产品视觉外观检测数据、芯片导通性能检测数据、成品装袋称重检测数据、成品装箱称重检测数据、成品入库统计数据。 | 物品遗留检测、指示灯状态检测、视觉读表设备状态监测、雷管数量检测、物品定置定位检测、皮带堆箱检测、安全距离检测、设备停止运行监测、数据实时采集模型、web监控模型、IOT融合模型、物流信息交互模型、AI识别模型。 | 安全工程、机械设计制造及自动化、机电控制系统分析与设计、软件工程、嵌入式系统、仪器仪表科学。 | 生产线状态参数监控、柔性生产管理、设备保养维护管理、安全环保设施巡检巡查管理、生产线安全连锁定时测试管理、智能仓储管理。 |
| 000200-0B000-02-006 | 子场景：安全管理——管理的缺陷 | 针对引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 3 | MES、AI视频监控 | 生产线参数、视频监控数据、安全生产日常管理数据、安全培训知识库等。 | 车辆违停、单人作业、检测睡岗检测、超时生产检测、定员超员监测、成品安全运输管理、EOQ模型。 | 软件工程、设备运维、安全管理。 | 危险工位禁员管理、人的行为规范监控、人员证照管理、“四超”（超标、超限、超量、超时）。 |
| 000200-0B000-02-005 | 子场景：安全管理——环境 | 针对引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 3 | AI视频监控、数字孪生软件平台。 | 生产线参数、视频监控数据、仓储数据、噪音数据、废料处理、消防通道管理、温湿度。 | 消防通道阻塞检测、烟火检测、跑冒滴漏检测、噪音监控、废料安全处理等模型，以及基于数字孪生的安全故障预判模型。 | 环境保护与管理、环境保护与监测、软件工程。 | 安全环保设施巡检巡查管理、环境噪音监测、生产线安全连锁定时测试管理、仓储管理。 |
| 010200-0B000-02-007 | 4.主场景：质量控制 | 针对脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配环节 | 2 | 注码软件（能够连带检测芯片质量）、探针、CCD视觉相机、数据库 | 外观、精度、线把长度、封口异物、重量、电阻值、电压值、电流值、管壳码、二维码、袋码、箱码、备份码、气压、压药高度 | 数据实时采集系统、CCD视觉检测、通信仪表测量模型、Web监控模型、IOT融合模型、AI识别技术模型、质量追溯系统 | 仪器仪表科学、软件工程、技术监督与管理 | 焊接质量、芯片检测、喷码质量、数据采集、系统扩容 |
| 010200-0B000-01-008 | 5.主场景：缺陷检测 | 针对封箱打包环节 | 3 | CCD视觉相机、数据库 | 重量数据、标签数据 | 视觉识别算法 | 智能科学、光学专业 | 来料产品的干净程度、变形和环境光等不可控因素可能会影响视觉检测效果。 |
| 010200-0B000-02-009 | 6.主场景：设备管理 | 针对脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储环节 | 2 | 设备健康管理系统 | 设备运行状态、电流、电压、转速、压力、上下盖震动、封口机电流、冷水机温度、上下盖缺料、增压缸压力、注塑机温度、热流道温度。 | 数字孪生设备全生命周期管理模型、设备运行状态监测模型、设备预测性维护模型、设备维修模型等。 | 机械设计与自动化、电气自动化、高级钳工、高级电工、高级调试、机电设备维修与管理、设备运维、软件工程。 | 不同设备之间数据格式不一致，导致数据交换困难；缺乏有效的设备故障诊断手段，不能做到设备预测性维护。 |
| 经营管理 | 数字化协同管理 现状评级：1.0 工具链：利用资源计划系统、供应链管理系统、智能仓储系统等数字化工具，实现供应链、仓储、订单等管理。 数据链：供应商信息、需求信息、价格数据、库存量、出入库记录、物流信息等。 模型链：评价企业综合效能的指数模型；供应商管理、需求预测等供应链管理模型；出入库统计、条码视觉识别等仓储管理模型；自动排程、客户全生命周期管理、客户评级、合同进度追踪等订单管理模型。 | | | | | | | | |
| 010203-000D0-03-001 | 7.主场景：效率管理 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 1 | 计算机管理系统（ ERP、OA ） | 能耗、产量、生产效率（人均产量）、设备利用率、产品合格率、设备有效运转率、人员考勤等。 | 综合效能指数模型。 | 工商管理、物流管理与工程、采购与供应管理、电子商务管理、统计分析。 | ERP系统与部分业务系统数据未贯通，功能与实际业务系统全流程开展的匹配度不够。 |
| 010203-0000E-04-001 | 子场景：供应链管理 | 针对原材料供给环节 | 1 | 供应链管理系统（SCM）、 ERP管理系统 | 供应商信息、需求信息、产品价格走势、原材料价格数据、采购订单价格数据、原材料库存量数据等。 | 供应商管理模型、需求预测模型、成本优化模型、风险管理模型、绩效评估模型、原材料价格预测模型等。 | 软件工程、营销管理、采购与供应管理等。 | 采购过程中的成本控制，如比价、询价、议价。 |
| 000003-0000E-01-002 | 子场景：仓储管理 | 针对入库仓储环节 | 2 | 智能仓储系统、AGV控制软件。 | 库存数量、质量状态、货位编号、入库批次、出库单号、AGV自主绘制地图 | AGV导航算法。 | 人才技能：软件工程、自动化控制工程。 | 出入库管理、AGV应用。 |
| 000003-0000E-01-003 | 子场景：订单管理 | 针对销售环节 | 1 | 客户关系管理系统（CRM）。 | 客户信息、市场整体数据情况、公司销售数据、成本数据、合同数据、双证数据等。 | 自动排程、客户全生命周期管理模型、客户评级模型、合同进度追踪模型、销售订单追踪模型等。 | 软件工程、财务管理、数据分析。 | 双证管理（购买许可证和运输许可证）、合同管理、客户管理、市场拓展。 |
| 客户服务 | 数字化协同服务 现状评级：2.0 工具链：通过智能仓储系统实现药剂传递信息流转，以及出入库无人化管控。 数据链：药剂传递信息 模型链：智能仓储信息化模型 | | | | | | | | |
| 010203-00C00-04-001 | 8.主场景：质量溯源 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 2 | 质量溯源数据平台、仓储软件信息平台 | 产品编码、原材料数据、生产过程数据、质检数据、成品出入库数据、销售数据 | 产品质量追溯模型、供应链协同模型 | 人才技能：软件工程、自动化控制工程 | 产品全生命周期编码溯源（一码到底） |
| 000003-00C00-03-002 | 9.主场景：爆破设计及爆破服务 | 针对销售环节 | 2 | 爆破设计软件、爆破现场管理系统、现场视频监控。 | 地理信息数据、电子雷管三码数据、起爆状态数据等。 | 现场爆破流程模型、危险行为识别模型等。 | 计算机软件技术，爆破设计、爆破过程仿真、爆破结果评估、爆破现场管理、AI视频识别。 | 爆破作业现场管理依赖人工记录和经验判断、作业过程难以回溯、爆破结果难以量化评估。 |
| 行业监管 | 数字化协同监管 现状评级：2.0 工具链：涵盖电子雷管生产、储存、销售全生命周期管理的“工业互联网+安全生产”服务管理平台。 数据链：安全监管数据、产能监管数据、许可监管数据。 模型链：风险评估模型、产能监测模型等。 | | | | | | | | |
| 010203-00C00-02-001 | 10.主场景：安全监管 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 2 | “工业互联网+安全生产”服务管理平台（Web监控系统、质量追溯系统、ERP管理系统）。 | 风险隐患台账数据、安全生产责任数据、监控系统数据、质量追溯数据、危化品物流数据、合同数据及其他民爆生产数据。 | 风险评估模型、路线规划模型。 | 软件工程。 | 电子雷管生产、储存、销售。 |
| 010203-00C00-02-002 | 11.主场景：产能监管 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 2 | “工业互联网+安全生产”服务管理平台 | 企业原材料数据、出入库数据、销售数据、企业生产许可数据、企业销售许可数据等。 | 产能监测模型。 | 软件工程。 | 电子雷管生产、储存、销售。 |
| 010203-00C00-02-003 | 12.主场景：许可监管 | 针对原材料供给、脚线制造、引火药头制造、起爆药生产、基础雷管装填、电子雷管装配、封箱打包、入库仓储、销售全流程 | 2 | “工业互联网+安全生产”服务管理平台 | 企业生产许可数据、企业销售许可数据、安全生产许可数据、安全生产知识和管理能力考核合格证明数据、特种作业人员资格证等。 |  | 软件工程。 | 电子雷管生产、储存、销售。 |