

# Practice and Innovation in Building a Secure and Intelligent Drilling Team with Digital Empowerment

Peng Sun

Changqing Drilling, Changqing Drilling Corporation, Xi'an, Shaanxi, 710018, China

## Abstract

To implement the "Internet + Work Safety" initiative and digital transformation strategies, the drilling industry is accelerating the development of smart safety drilling teams. This study focuses on the pilot program of Changqing Regional 70232 Drilling Team and the "1+5+N" digital system framework at Changqing Drilling, systematically outlining the construction architecture, implementation pathways, and innovative achievements of smart safety drilling teams. Leveraging the EISC integrated platform, a comprehensive smart management system was established across organizational management, intelligent equipment deployment, operational control, and data integration. Key practices include smart monitoring equipment configuration, a two-tier control system with three-level coordination mechanism, and deep application of QHSE modules. Practical results demonstrate dual improvements in production efficiency and safety standards, with the 70232 team setting multiple industry records and receiving accolades. Changqing Drilling has cumulatively deployed 77 digital drilling teams, achieving a 2.62% increase in operational availability and 11.2% acceleration in mechanical drilling speed. These findings provide replicable operational models for intelligent transformation in the drilling sector.

## Keywords

Safety Intelligent Drilling Team; EISC Platform; Equipment Intelligence; Two-level Control and Three-level Linkage

# 数字赋能下安全智慧钻井队建设的实践与创新

孙鹏

川庆钻探长庆钻井总公司, 中国·陕西 西安 710018

## 摘要

为落实“互联网+安全生产”与数字化转型战略要求, 钻探行业正加速推进安全智慧钻井队建设。本文以长庆区域70232钻井队试点实践及长庆钻井“1+5+N”数字化体系建设为核心案例, 系统阐述安全智慧钻井队的建设架构、实施路径与创新成果。依托EISC一体化平台, 从组织管理、设备智能化、作业管控、数据融合等维度构建全流程智慧管理体系, 重点解析智能监测设备配置、两级管控三级联动机制、QHSE模块深度应用等关键实践。实践表明, 该模式实现了生产效率与安全水平的双重提升, 70232钻井队创造多项行业纪录并荣获多项荣誉, 长庆钻井累计建成77支数字化钻井队, 生产时率提升2.62%、机械钻速提高11.2%。研究成果为钻探行业智慧化转型提供可复制的实践范式。

## 关键词

安全智慧钻井队; EISC平台; 设备智能化; 两级管控三级联动

## 1 引言

随着油气勘探开发向深层、复杂区块延伸, 传统钻井管理模式面临风险管控滞后、生产效率受限、数据协同不足等痛点, 难以适应高风险作业环境下的安全与效能要求。在油气安全智慧钻井队站场建设试点工作开展期间, 70232钻井队作为首批试点单位, 依托EISC一体化平台构建智慧管理体系, 圆满完成超长水平段、储气库等重点井作业, 创造长庆区域最深井(8528米)、亚洲陆上水平井最长水平段(5256

米)等行业纪录。同期, 长庆钻井坚决贯彻数字化转型战略, 推进“1+5+N”EISC体系建设, 规划完成104支数字化钻井队建设目标, 实现地质工程一体化与全流程智慧管控。

本文基于上述实践案例, 系统梳理安全智慧钻井队的组织架构设计、技术设备配置、业务流程重构等核心内容, 剖析“数据驱动、智能预警、协同管控”模式的落地路径, 为行业数字化转型提供实践参考。

## 2 安全智慧钻井队的核心架构设计

安全智慧钻井队建设以“组织保障为基、技术赋能为核、流程优化为纲”, 构建“1+5+N”组织架构与“感知-分析-决策-执行”业务架构, 形成两级管控、三级联动的一体化运行模式。

【作者简介】孙鹏(1981-), 男, 中国陕西西安人, 硕士, 工程师, 从事钻井设备管理、检测技术及其自动化装置等方向研究。

## 2.1 “1+5+N”组织架构体系

遵循“公司管总、专业主建、项目主战”原则，长庆钻井构建多层次数字化管理组织：1个核心 EISC（长庆钻井工程作业智能支持中心+长庆油田井控管理中心）统筹全局；5个区域 EISC（含区域井控管理分中心）负责属地技术支持；N支数字化钻井队（含自有队与市场化队伍）承担现场执行。总部 EISC 与区域 EISC 实行双重监管，70232 钻井队等试点单位作为 N 级执行主体，实现“总部-区域-井队”三级指令高效传导与数据实时反馈。

组织架构中明确各层级职责：总部 EISC 负责应急指挥、专家支持与系统开发；区域 EISC 承担属地井控管理与技术服务；钻井队设置数字化专岗，负责现场设备运维与系统应用，形成权责清晰的管理闭环。

## 2.2 “三维一体”技术设备架构

以数字化基础设施、智能感知设备、一体化平台为核心，构建三维技术支撑体系。数字化基础设施涵盖数字化协同工作室、值班房、司控房“三大中心”，实现联合办公、集中监控与指令交互；智能感知设备包括司钻领航仪、无线钻参仪、智能违章识别系统等 15 类设备，形成覆盖钻台、循环罐等关键区域的全维度监测网络；EISC 一体化平台作为核心中枢，整合生产运营、工程管理、QHSE 等十大功能模块，实现数据汇聚与智能分析。

网络保障采用“宽带为主、4G 辅助、卫星兜底”模式，优化为“2 主+3 从+1 协调”局域网结构，确保井控液面、有毒有害气体等关键数据 100% 实时回传，陇东、榆林区域宽带到井覆盖率已达 70% 以上。

## 2.3 全流程业务架构重构

以“地质工程一体化”为主线，重构钻井全生命周期业务流程：在常规作业中实现流程视频化展示与风险自动辨识；在非正规作业中通过电子作业许可落实能量隔离等管控措施；在应急处置中构建“井队-区域-总部”三级联动机制。通过 EISC 平台打通生产、工程、安全等数据链路，实现单井从开钻到完钻的全过程数字化管控，70232 钻井队通过该流程实现重点井作业的安全高效推进。

## 3 安全智慧钻井队的关键实施路径

依托架构设计，从数据采集、作业管控、人员管理、安全保障四个维度推进落地，形成“数据驱动决策、智能辅助管理”的运行模式。

### 3.1 全维度数据采集与融合应用

通过规范编码协议、开发接口程序，实现 3 大类 12 种设备 100 余项数据的实时采集。重点突破三类关键数据接入技术：有毒有害气体数据通过防爆转换模块与协议优化实现 EISC 接入，解决录井气测数据共享难题；钻井液数据以一体化采集器为中枢，实现本地存储与远端同步；MWD 数据通过司钻领航仪界面重构，接入方位、伽马等关键参数。

数据融合应用形成三大能力：邻井数据查询实现防碰分析与钻头优选，70232 钻井队依托该功能完成复杂井眼轨迹控制；实时曲线对比实现异常预判，榆 42-1ZH4 井通过压力数据异常预警成功避免钻具刺漏事故；多源数据建模支撑地质工程一体化，为压裂优化与风险评估提供决策依据。

### 3.2 作业全流程智慧管控

常规作业标准化管控：通过 QHSE 模块节点管控功能，实现班组“四环节”风险管控与流程视频化指导；配置司钻领航仪与智能安全帽，实时监测钻井参数与人员行为，77 支数字化井队已实现该模式全覆盖。

关键作业智能化预警：智能违章识别系统对钻台等区域实时监控，试点期间长庆钻井累计自动识别违章 143 起；超声波液面检测仪与有毒有害气体报警装置实现溢流、气体浓度等异常的全天候监测，预警响应时间压缩至 2 分钟内。

非常规作业清单化管理：通过 EISC 作业许可功能，实现特殊作业的电子化审批与风险清单确认；远程验收模块结合智能安全帽，完成一开、井控等验收工作的线上执行与整改验证，减少现场验收耗时 30%。

### 3.3 人员与设备精细化管理

人员管理实现“资格-行为-考核”全链条数字化：EISC 队伍管理模块录入员工培训、取证信息，自动实现井控、硫化氢等证件到期预警；智能门禁系统通过人脸识别记录人员出入，班组积分考核功能量化员工绩效并关联奖金分配。70232 钻井队通过该模式强化人员管控，荣获集团公司青年安全生产示范岗称号。

设备管理构建“监测-维护-预警”闭环：通过物联网接入绞车、泥浆泵等关键设备运行数据，实现预防性保养提醒；建立设备故障数据库，结合历史数据预判易损件寿命，长庆钻井设备故障停机时间同比减少 65%。在保障方面，设立网络设备与数字化营房备件库，累计发放设备 104 套，确保运维高效响应。

### 3.4 QHSE 体系数字化落地

QHSE 模块集成五大核心功能：智能违章识别系统构建风险数据库，支撑两级监管人员制定管控措施；电子作业许可实现能量隔离等流程的线上执行；智能巡检通过防爆手持终端完成“节点打卡”，隐患整改闭环率提升至 99%；班组导航功能提供图片化、视频化培训，结合班前会宣贯确保制度落地；应急管理模块通过司钻领航仪与工业视频，实现三级应急联动响应。

## 4 实践成效与存在问题

### 4.1 多维成效显著提升

生产效能大幅提升：长庆钻井通过生产流程节点化管理与超前预警，生产时率提升 2.62%，组织停工减少 459 天，单队单机能力提升 16.32%；70232 钻井队创造多项行业纪录，体现智慧化模式对复杂井作业的支撑能力。

安全水平持续向好：风险预警准确率达 92%，超前预警风险 2451 条，重复性违章同比下降 85%；井控管理系统实现二级以上风险井全覆盖监管，应急响应效率提升 40%。

管理效率优化升级：资料无纸化减量 7 类 21 份，远程验收等功能减少跨层级沟通成本；EISC 平台实现“一次填报、多方复用”，数据共享效率提升 60%。

技术创新成果丰硕：自主开发生产运营、工程管理等核心模块，实现 MWD、钻井液等关键数据的自主接入；形成“1+5+N”体系建设标准，为行业推广提供范式。

## 4.2 现存关键问题

网络覆盖仍有短板：宽带到井率仅 19%（按全年搬迁 400 井次测算），志丹、定边等区域覆盖不足，制约数据传输效率。

运维体系亟待完善：数字化设备种类多、维护需求大，井队与项目部层面运维人员不足，难以支撑三级 EISC 稳定运行。

管理制度有待适配：远程验收、资料电子化等新功能缺乏明确考评机制，总部与区域 EISC 存在指令交叉问题，影响执行效率。

## 5 优化方向与未来展望

针对现存问题，结合行业发展趋势，提出三大优化方向：一是加快宽带到井项目实施，目标实现数字化钻井队宽带全覆盖，优化卫星通信保障偏远区域网络；二是构建三级运维体系，井队设数字化专岗、项目部增配信息人员、总部强化

开发团队，提升系统运维响应速度；三是完善管理制度体系，明确各级 EISC 职责界面，制定远程验收、数据应用等专项规范，建立数字化考核评价机制。

未来，安全智慧钻井队建设将向更深层次推进：深化 AI 技术应用，引入机器视觉实现违章操作自动抓拍与纠偏；融合 VR/AR 技术构建设备虚拟运维培训系统；推动“数智+绿色”融合，开发设备能耗监测与节能控制模块；构建跨区域协同平台，实现多井队资源共享与远程诊断，为钻探行业高质量发展提供核心支撑。

## 6 结语

安全智慧钻井队建设是钻探行业数字化转型的核心载体，长庆区域通过“1+5+N”组织架构、三维技术架构与全流程业务重构，构建了可复制的实践模式。70232 钻井队等试点单位的实践表明，依托 EISC 平台实现数据全采集、作业全管控、安全全覆盖，可显著提升生产效能与安全水平。尽管存在网络覆盖、运维保障等问题，但通过针对性优化措施与技术创新，智慧化模式将成为破解复杂钻井难题、提升核心竞争力的关键支撑。未来需持续深化技术与管理融合，推动安全智慧钻井队建设向规模化、智能化、绿色化迈进。

## 参考文献

- [1] 智慧型钻井队在长庆钻井总公司的应用研究—曹湘华-《信息周刊》2020年
- [2] 石油钻探企业智慧井筒质量管理实践——以川庆公司为例—肖春学等-《质量探索》2024年
- [3] 数字化钻井技术在南海东部的应用-林霏-《石化技术》2025年