

强化设备管理——推进科技赋能提升山地钻井生产保障能力

贾云龙 梁福春 蔡齐洋 刘伦 胡正华 涂锋

(中石化石油工程地球物理有限公司地理地质信息勘查分公司)

摘要: 文章介绍了钻井工程中心为应对南方山地钻井生产中设备管理统筹、运行维护所面临问题,坚持技术研发应用,通过建立地震钻井生产信息化管理平台,研发智能、轻便新型钻机,引入了重载无人机应用,推进钻机附件的研发应用等方面的努力,提升管理效能,延长设备生命周期,提高设备创效能力。

关键词: 南方山地钻井; 设备管理; 信息化管理平台; 新型钻机; 重载无人机; 钻机附件研发

随着南方山地钻井统筹逐步深入,南方山地钻井业务量逐年递增,专业化管理要求日渐完善,现有钻机设备及管理模式难以支撑物探施工季连续、密集、高强度项目施工。山地钻井司钻、抬工年龄逐渐老化,而年轻人不愿意从事体力劳动,钻井生产保障能力面临衰减。面对上述困难,只有通过不断技术革新,释放科技生产力,才能不断提升钻井生产效率,提升设备统筹运转、设备管理水平。

地理地质信息勘查分公司钻井工程中心作为中石化唯一一支山地物探钻井专业化队伍,自2018年成立以来,一直致力于创新和技术的双轮驱动,不断推动设备管理信息化和新型钻机的研发与应用。目前,为适应集团外新业务发展的要求,解决设备管理、设备统筹、运行维护保障难的问题,中心着力于以下四个方面持续发力,以进一步提升钻井施工能力。

(1) 通过构建地震钻井生产信息化管理平台,并引入北斗系统应用,实现了设备的实时定位和轨迹跟踪,实现现场钻机设备专业管理,提升设备统筹调度、维护保障能力,确保生产稳定推进。

(2) 轻便化、智能化新型钻机研发与应用,不仅降低了工人操作的难度和强度,降低了职业伤害,还显著提高了钻井效率。尤其轻便钻机的研发成功,为打开西北浅井钻井市场,降低黄土塬钻井作业成本发挥着巨大作用。

(3) 重载无人机的引入,通过高空投放钻机设备,突破了传统山地钻井作业地形限制,在复杂地形下也可以实现钻机点点到位,极大的减轻生产负担,提高了作业质量,为行业可持续发展提供了可能。

(4) 为了延长设备生命周期,提升设备创效能力,除新型钻机研发外,同时注重新型钻机附件的研发。目前,钻机防尘罩、防爆油桶等新型钻机附件,已获得国家新型专利证书,并在多个项目中通过满负荷测试,计划在南方山地钻井项目中推广应用。

1 地震钻井生产信息化管理平台应用

1.1 地震钻井生产信息化管理平台应用

在南方山地钻井生产中，钻机设备管理效率、运行维护、统筹能力直接影响到整个项目的顺利推进。为了应对多项目并行带来的设备调度和管理难题，钻井工程中心自主研发了地震钻井生产信息化管理平台。平台包括电脑端（地震钻井生产信息化管理平台）和移动端（江汉钻井 APP），通过构建“中心—现场管理—机组人员”三级组织机构，实时掌握各项目工区钻机设备的投入和使用情况，包括各项目钻机设备投入，设备占用状态，预估占用时间，提升了设备管理效能，减轻了管理负担。

通过平台手机端，江汉钻井 APP，可以实现设备的远程监控和管理。现场管理人员可以随时通过手机或平板电脑查看设备的实时状态，进行调度和维护。钻机班组可以申请作业任务，并实时上传钻机打井作业数据。移动化的管理，提高了工作效率，管理人员能够在第一时间对设备问题进行响应和处理。

平台另一个核心功能是钻井拔杆视频系统，通过远程视频监控，管理者可以远端观察钻机打井作业过程，及时发现违规操作，制止不安全行为，推进绿色勘探。钻井拔杆视频系统还支持视频回放功能，为设备故障分析和事故调查提供了第一手资料。地震钻井生产信息化管理平台的成功推广应用，使得钻井设备管理更加专业、规范、高效。

1.2 北斗系统的功能开发

在地震钻井生产信息化管理平台的基础上，钻井工程中心进一步拓展了平台功能，通过在钻机设备上安装北斗定位贴片，可以实现钻井设备全时全区域的动态监控和轨迹跟踪，掌握设备生产运行状态，确保设备生产运行安全。

在此基础上，平台将北斗定位信息进行可视化转化，将设备的动态轨迹和每日停靠点的位置直观呈现在平台界面上，同时将每台钻机的历时数据，包括运行时间、停机次数、维护记录等推送给区域网格员，方便现场管理人员执行设备检查，督促钻井班组定期钻机维护和保养。

平台利用北斗定位信息进行密集监控，可实现异常设备的报警，对钻机设备长时间停止不动，及时向现场管理人员发出预警，提示生产异常，避免因设备故障导致的停工，造成项目生产停滞。此外，北斗系统还支持设备的区域限制和安全警戒功能。当设备超出预设的安全区域时，平台会自动发出警报，提醒管理人员及时采取措施。北斗在平台上的成功应用，丰富平台应用场景，拓展平台管理功能，为设备科学管理，制定合理的维护计划，延长设备使用寿命提供了帮助。

2 新型钻机设备研发与应用

轻便化、智能化新型钻机的研发应用是提升山地钻井生产效率和保障能力的关键动力，通过不断的研发投入，中心成功推出了多款新型钻机设备，以满足不同地质条件和施工需求。

2.1 轻便气动钻机

轻便气动钻机的研发旨在解决不同业主和地质条件下对钻机类型和配置的多样化需求。钻井工程中心成功研制了四款轻便气动钻机，并在多个项目中进行了测试和应用。轻便气动钻机具备体积小、重量轻、成本低的特点，特别适合西北地区的浅井钻井作业。在马必二期、金家湖三维、荆门二维和一号井三维等项目中，轻便气动钻机表现出色。它不仅大幅提升了钻井效率，还显著减少了人力成本和设备维护费用。这些钻机采用了人力加压、机械加压、气动加压等多种提升方式，进一步增强了其适用性和操作便捷性。

2.2 智能化遥控钻机

智能化遥控钻机的研发则是为了应对钻井作业中的高粉尘和高噪音环境。传统的风动钻机作业环境恶劣，司钻必须佩戴防尘口罩、护目镜和防噪音耳塞，极大地影响了操作效率和安全性。为此，

钻井工程中心引入了液压遥控作业的新技术，将其应用于物探风动钻机的液压系统中，实现了远程智能化操控。这种新型钻机能够在 10 米以上的井口可视距离内进行远程操作，有效避免了粉尘和噪音对司钻的伤害，同时提高了作业效率和安全性。智能化遥控钻机的推广应用，不仅改善了工作环境，还降低了操作风险，为钻井作业提供了更可靠的保障。

3 重载无人机的引入

南方山地地形复杂，传统的钻机搬运方式效率低下。试验重载无人机进入南方山地钻井生产，是钻井工程中心创新技术应用方面迈出的重要一步。重载无人机通过远程操控，高效地将钻机及生产物资吊装投放到指定位置，突破了传统运输方式的限制，复杂地形下也能实现点点到位。减少了钻机操作人员的劳动强度和风险，提高了施工效率，保障了生产安全。

在 2023 年重庆万州新场三维地震勘探项目中，选取四处无人区、悬崖群进行重载无人机吊装钻机投放工作，成功投送了 3 套钻机及生产物资，共计 3645 公斤，耗时 347 分钟，有效解决了 1500 多口炮点布设均匀性问题。重载无人机的试验成功，在复杂地形下的实用性得到了充分验证。目前，已经通过机型适用性筛选和功能性生产验证，完成了重载无人直升机吊装运输作业流程规范初步的编制。随着重载无人机应用南方山地钻井生产技术的深入研究和推广应用，可以有效解决南方山地复杂地形钻井施工效率低下，司钻及抬工人员老化，以及防止设备搬运过程中的损坏或丢失等问题。

4 新型钻机附件的研发应用

在钻井作业生产中，如何实现钻机设备有效保护与维护至关重要。有效的保护和维护措施不仅能够延长设备的使用寿命，还能提高工作效率，减少故障和停工时间。目前，中心研发的降尘装置和防爆防静电油桶完成了满负荷运转测试，并将在适合的南方山地项目进行推广应用。

4.1 防尘降尘装置

钻井作业现场的粉尘危害不仅影响到操作人员的健康，还会导致设备磨损，缩短设备的使用寿命。为了从根本上解决这个问题，钻井工程中心成立了一个由 10 人组成的研发专班，专门负责降尘装置的研发和改进。经过多次实验和五次迭代更新，最终研制出了一款轻量化、便携化和实用化的降尘装置。这款降尘装置已经在新场三维、镇巴三维、平凉三维、镇坪二维、黔南二维等多个项目中完成了满负荷运转测试。测试结果显示，该装置在降低现场粉尘浓度方面表现出色，有效减少了粉尘对钻机和操作人员的危害。钻井工程中心计划在更多的南方山地项目中推广应用这款降尘装置。防尘降尘装置的成功应用，不仅显著提高了作业环境的安全性和舒适性，还延长了设备的使用寿命，减少了设备维护和更换的成本。通过减少粉尘对设备的磨损，降尘装置为钻井工程中心节约了大量的维修费用，同时提高了生产效率。

4.2 防爆防静电油桶

在钻井作业中，传统的铁质油桶存在诸多问题，如易燃、易爆、易产生静电，且在运输过程中容易渗漏和腐蚀设备。为提高油料储存和运输的安全性，钻井工程中心结合多次调研结果，设计并生产了一种适用于野外使用的防静电聚乙烯油桶。该防爆防静电油桶具有以下显著优势：首先，其轻量化设计使重量仅为传统铁桶的三分之一，大大提高了携带和操作的便捷性。其次，该油桶结构简单，内置进气阀开关，有效消除了“气阻”现象，确保油料流动顺畅。更重要的是，该油桶具备防爆、防晒和防静电功能，且具有良好的抗摔和抗老化性能，从而显著降低了运输过程中的风险。

通过在钻机作业现场配备防静电油桶，钻井工程中心有效消除了传统铁桶在使用过程中的诸多隐患。防静电油桶不仅稳定了供油，确保了发动机的稳定运行，还延缓了设备的衰老，延长了设备

的使用寿命。下步，中心计划在更多的南方山地项目中全面推广这种防爆防静电油桶。

5 效果分析

在强化设备管理和科技赋能的双重推动下，钻井工程中心在设备管理效率、生产效率与保障能力、以及设备生命周期等方面取得了显著的成效。以下将详细分析这些成果。

5.1 设备管理效率

江汉钻井信息化管理平台与北斗系统的结合，极大地提高了设备管理的效率。平台通过设备的远程监控和管理，使得设备的调度和维护变得更加高效。管理者可以随时了解设备的实时状态，迅速响应和处理设备问题，确保设备的最佳运转状态。此外，北斗系统的实时定位和轨迹跟踪功能，使得设备的管理更加精准和透明。通过对设备运行状态的实时监控，平台可以提前预警设备的异常情况，避免因设备故障导致的停工和损失。

5.2 生产效率和保障能力

设备管理效率的提升，直接促进了生产效率和保障能力的增强。通过信息化管理平台和北斗系统的应用，钻井工程中心实现了设备的高效调度和运转。在多项并行施工时，平台可以灵活调整设备部署计划，优化设备的使用效率，确保项目的顺利进行。例如，南方山地项目中，中心通过平台化管理，实现了设备的就近存储和动态维修保养，提高了设备运转效率和经济效益。生产效率方面，2023 年，钻井工程中心保障了 15 个南方山地地震项目的正常运行，累计完钻 21 万口井，同比提升 43.7%。自主钻机累计完成打井 51871 口，首次提升至 5 万口产能，标志着生产能力的大幅提升。

5.3 设备生命周期

在延长设备生命周期方面，钻井工程中心通过多项创新措施，显著提升了设备的使用寿命。通过引入防尘降尘装置和防爆防静电油桶，有效减少了设备在恶劣环境中的磨损和腐蚀。平台的实时监控和维护记录功能，提供了科学的数据支持，帮助管理者制定合理的维护计划，预防性维护得以更加精准。信息化管理平台记录的详细使用历史，为设备的定期维护和保养提供了坚实依据，延长了设备的使用寿命。

6 总结与展望

近年来，钻井工程中心在设备管理、设备研发应用以及管理能力等方面取得了显著成效。通过信息化管理平台和北斗系统的应用，中心显著提升了设备管理的效率和精准度。新设备的研发与应用，包括轻便气动钻机、智能化遥控钻机和无人机搬迁钻机，不仅提高了生产效率，还有效降低了操作风险和维护成本。此外，防尘降尘装置和防爆防静电油桶的应用，大大改善了工作环境，延长了设备的使用寿命。这些创新措施为山地钻井项目提供了强有力的支持，使得生产保障能力得到全面提升。然而，随着项目规模的不断扩大和地质条件的复杂化，设备管理和技术创新仍面临新的挑战。未来，钻井工程中心将继续秉持科技赋能的理念，深入推进信息化管理，优化设备保护与维护策略，持续研发更为先进的钻井设备。在此基础上，中心将加强与各相关方的合作，积极探索智能化、无人化和绿色化的钻井技术，不断提升自主钻机的打井效率和稳定性。通过不断的技术创新和管理优化，钻井工程中心将为南方山地钻井项目的高效、安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1] 郭清, 包莉军, 孙海芳. 中国石油钻井科技攻关三十年回顾与展望(六)[J]. 钻采工艺, 2020, 43(02):1-6+162.
- [2] 李欢. 钻井工程科技项目精细化管理问题的探讨[J]. 化工管理, 2018, (22):158.
- [3] 张富坤. 基于物联网系统的钻井设备管理[J]. 石化技术, 2024, 31(05):301-303.
- [4] 罗明耀. 石油钻井机械设备质量控制及现场管理策略[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(17):43-45.
- [5] 王君. 信息化管理在钻井生产中的应用与发展探索[J]. 民营科技, 2018, (08):157.