

# 生产运行调度指令执行偏差的现场管理成因及改进路径研究

王慕阳

中石化西南石油工程有限公司 四川 成都 610000

**【摘要】**：钻井工程现场在生产运行调度指令执行过程中常出现偏差，对施工节奏、安全控制及资源配置造成不利影响。研究围绕指令执行偏差的现场管理成因展开，重点识别现场沟通链条不清、工序衔接认知差异、设备状态反馈滞后、安全风险预判不足及应急响应机制弱化等问题。通过对典型偏差情形进行归类分析，构建调度指令传递、理解、落实与监督的全过程管理模型，并提出以信息透明化、流程标准化、职责明确化与动态反馈闭环为核心的改进路径。研究结果可为钻井现场提升调度执行一致性、降低运行风险和优化组织效率提供参考。

**【关键词】**：生产运行调度；执行偏差；现场管理；钻井工程；改进路径

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.030

## 引言

钻井工程的运行节奏高度依赖调度指令的精准传递与有效落实，而复杂井场环境中人员、设备与工序的多重耦合，使指令执行容易受到现场管理细节的影响。近年来，随着深层超深层钻井比例增加、作业装备大型化以及多专业交叉作业频繁，调度指令在现场的偏差问题愈发突出。偏差并非单一环节导致，而是现场组织链条、技术沟通机制与应急处理方式共同作用的结果。探讨其成因并构建可落地的改进路径，有助于更准确地理解钻井作业的运行规律，使指令执行与实际作业实现更紧密的匹配，从而提升井场整体运行质量与施工安全水平。

## 1 调度指令执行偏差的表现特征与影响因素

钻井工程的生产运行调度指令贯穿井场全过程，从钻具组合调整、泵压管理到井控参数变更，任何环节出现偏离都会干扰既定施工节奏。在现场表现上，偏差往往体现为指令到位时间延后、措施落实程度不足、关键参数执行不一致以及反馈信息失真等情形<sup>[1]</sup>。井队在接收调度中心指令后，实际操作中常出现泵压未达到指定区间、加重密度调整幅度偏离目标、设备启停顺序与调度要求不一致等现象。这些偏差不仅影响当前工序的稳定性，还会引起井壁压力波动、井眼清洁效率下降及节段钻速紊乱，对后续工序产生连锁型干扰。

造成执行偏差的影响因素具有多源叠加的特性，既涉及指令传递链条的清晰程度，也关联现场人员的技术理解深度。井场环境噪声大、任务密度高，使指令口头传递容易出现信息缺损，导致班组对关键技术参数把握不精确。当不同工序之间存在交叉作业时，各岗位对调度意图理解产生差异，使得作业过程中的执行同步性降低。此外，部分参数调整涉及对井下复杂工况的快速判断，如井眼轨迹稳定性、地层压力窗口变化等，现场技术人员若缺乏实时数据支撑，在执行调度要求时容易依据经验操作，从而偏离原指令。

设备状态与信息反馈机制同样影响指令执行的一致性。井场关键装备如泥浆泵、固控系统、顶驱等在高负荷运行下存在

性能波动，而调度指令往往基于理想工况设计，使现场在设备能力不足或运行受限时只能采用替代性参数，导致执行结果与要求出现差距。部分井场数据采集系统更新滞后，井口压力、转速、排量等实时数据不能完整反映工况，调度中心与井队之间的信息不对称进一步放大偏差。突发状况下的应急处理往往优先保障安全，使得现场会暂时中断原指令执行，由此引发调度链条短期脱节，形成另一类执行偏差。

## 2 现场管理链条中的关键薄弱环节识别

钻井现场的管理链条由调度指令接收、技术解释、工序衔接、岗位执行以及实时反馈等环节构成，各环节间的衔接质量直接决定调度指令能否精确落实。在实际运行中，管理链条中最突出的薄弱点集中在信息传递层级的多节点结构上。调度中心向井队下达的技术要求往往需要经过队级管理人员、工程技术人员和现场执行班组多重转换，若某一层级对参数意义、调控目的或施工阶段目标理解不完整，便会形成信息差，使得最终执行指向与原始调度预期不一致<sup>[2]</sup>。再加上井场昼夜倒班、人力流动性强、岗位之间在任务理解深度上存在差距，导致部分关键参数在流转过程中被弱化或被断章取义，从而形成链条层级间的固有不稳定点。

在工序组织方面，管理链条的薄弱之处更多表现在多工序耦合作业时的统筹能力不足。钻井作业涉及钻压控制、循环系统管理、井口安全监控、固控设备运行等多项任务，各岗位的操作节奏并非独立进行，而是对相同井下环境产生协同影响。当调度指令对某项操作环节提出调整需求时，其背后往往隐含着对其他工序的同步要求，但在现场执行层面，不同岗位之间对这些隐含关系的理解深度不一致，使得工序衔接出现偏移。例如，钻柱加压、泥浆密度调整、排量控制等措施之间具有高度耦合性，而管理链条若没有建立清晰的岗位协调机制与快速沟通通道，各岗位在执行过程中会根据自身操作便利程度进行取舍，削弱指令执行的整体一致性。此外，一些井场的工序调度会议停留在形式层面，关键参数讨论深度不足，也使得现场组织层面难以形成对调度意图的统一认识。

在实时信息反馈机制方面，薄弱点主要体现在反馈滞后、数据不完整和信息筛选不当等情况。井场现场的实时监测系统在高温、高压、强震动环境下运行，常出现传感器漂移、数据丢包或信号延迟，导致调度中心获取的工况数据不能全面反映井下实际状态。现场管理人员在压力变化、井涌征兆、扭矩突变等关键信号出现时，往往更关注立即采取安全处置，而疏于对调度链路进行同步反馈，使得调度指令在短时间内与实际工况脱节。此外，一些现场在反馈信息时存在主观筛选问题，偏向汇报较为顺利的参数，而对可能导致工况波动的细节处理不够及时，使调度中心难以对复杂工况实现精准判断，从而形成管理链条中的又一潜在风险点。

### 3 典型偏差情形的归因分析与规律提炼

钻井现场的调度指令执行偏差在不同工况下呈现出较强的情境特征，其中以井眼稳定控制、循环体系调整以及井控参数变更过程中的偏差最为典型。在井眼轨迹控制阶段，调度指令通常对钻压、转速、排量等参数设定较为严格的区间，但现场执行时，受地层反应不确定性、钻具组合磨损及机械传递效率下降的影响，实际操作往往偏离调度设定，引发侧向力变化与井眼轨迹细微偏移<sup>[3]</sup>。当井队对偏移程度判断不一致或对调度意图理解不足时，操作人员容易凭经验修正参数，从而导致执行结果与指令不完全一致。这类情形呈现出技术响应性偏差的共性特征，即参数调整的幅度、频率与时机随现场判断变化，而非完全依照调度指令执行。

在循环系统管理方面的偏差往往源于对井下压力体系变化的认知不一致。调度指令对泥浆密度、排量和泵压设定有明确目标，其目的在于稳定环空压力梯度并确保岩屑输送效率。然而井场在处理地层渗漏、泥浆性能衰减以及固控设备负载变化等情况时，常会出现为控制短时风险而临时改变参数的现象，使执行过程出现与调度要求不符的调整路径。归因分析显示，这类偏差多与压力窗口评估不足、地层敏感性认知差异以及井场对环空压力变化反应滞后有关。由于地层的不确定性在钻进过程中不断显现，若现场反馈不及时或数据采集不稳定，调度指令难以实时修正，使得偏差呈现出被动调整和经验化控制的规律。

在井控参数变更时出现的偏差具有突发性强、受多因素共同作用的特点。当井涌迹象、扭矩突增或泵压异常出现时，井队往往优先执行井控程序，对调度指令的执行顺序和强制性动作进行临时调整。这种偏差并非源于理解偏差，而是由现场应急操控优先级引起。归因分析表明，在压力骤变场景中，调度中心缺乏实时参数支撑，而现场在高强度应急压力下难以同步反馈工况，使调度链条短时间断裂。由此提炼出的规律为：井控相关偏差多表现为安全优先驱动的强制偏离，其发生频率与应急响应机制完备程度、监测系统稳定性以及现场关键岗位间的协同默契度密切相关。通过对这些典型偏差情形的分析，可

以看到偏差呈现出技术适应性、经验驱动性与安全优先性三类共性规律。

### 4 面向钻井现场的调度执行优化路径构建

调度执行的优化路径应围绕指令传递链条的顺畅和指令内容的精准理解展开。钻井现场环境复杂，人员角色多样，使得指令在传递过程中极易发生信息衰减。构建统一化、结构化的指令下达模式，可将关键参数、技术要求与执行节点进行标准化表达，并结合数字化传输工具减少人为转换带来的误差。为提升理解一致性，可在井队内部建立调度指令即时解释机制，由工程技术人员对指令背后的工况意图、地层变化依据及控制逻辑进行二次解析，使执行班组准确把握调度中心的技术判断依据<sup>[4]</sup>。通过强化指令传递与解释的规范性，能够使井场在执行时保持稳定的技术路径与参数边界，降低因理解偏差引发的执行差异。

优化路径的另一重点在于重塑工序协同体系，使各岗位之间在执行调度指令过程中形成同步性。钻井工序相互制约、相互影响，任何单项操作调整都可能引发井下压力体系或机械负荷的联动变化。因此需要建立多岗位协同执行模式，将钻压控制、循环管理、井控监测与设备运行等岗位纳入统一的调度响应框架。通过设置关键参数提醒机制、岗位间快速沟通信道和动态工况同步面板，使不同岗位在执行过程中能够实时了解其他工序的参数变动，减少因信息碎片化导致的独立操作倾向。此外，通过班组之间的交接程序优化，使交替人员能够快速掌握调度要求与当前工况变化，防止因交接不充分导致的短时偏离。

为了强化执行过程的实时校准能力，需要在井场构建与调度中心之间的双向动态反馈体系。井场监测系统应提高压力、流量、扭矩、机械速度等关键数据的采集频率与信号稳定性，使调度中心能够及时识别异常趋势，并对指令参数进行快速修订。现场还应建立强制性反馈节点，当出现地层响应突变、设备性能下降或临时工况处置措施时，必须同步上传工况，使调度中心保持对井下变化的实时洞察力。可在井队内部引入即时复盘机制，由各岗位对执行过程中出现的偏差进行分析，以增强现场对调度逻辑的理解深度，逐步形成更高水平的执行一致性 with 参数控制精度。

### 5 调度指令执行一致性的提升策略综合分析

调度指令执行一致性的提升需要在管理层级、技术支撑与执行机制三个维度形成系统联动。钻井工程的全过程动态性强，各环节对参数变化的敏感度高，使得指令执行必须具备高度同步性。提高一致性的关键在于构建稳定的调度逻辑链，使指令目的、技术背景及参数边界在传达过程中保持原貌。通过引入结构化调度模型，将关键数据、目标区间和影响因素纳入统一描述框架，可减少现场人员对指令内容的二次解释空间<sup>[5]</sup>。

应强化岗位专业能力提升机制,使井队成员在钻进模式调整、压力窗口变化和井控状态切换时能够准确理解调度中心的技术判断依据,从而降低在执行过程中出现的经验化偏移。

在现场组织层面,提高一致性需要强化工序之间的联动控制机制,使各岗位能够基于相同信息源进行动作判断。钻井施工中,钻压调整、泥浆性能控制、循环系统运行和井控监测具有高度耦合性,一旦各环节基于不同认知进行独立操作,就会使调度指令在执行中被分解为不一致的动作链条。通过构建实时共享的参数同步平台,使关键岗位能够同时看到井下压力、钻头载荷、排量变化和机械状态等数据,能有效压缩信息误差空间。此外,在多工序并行作业时,应建立统一的操作优先级制度,使现场各岗位在面对地层反应突变时仍能保持一致的执行路径,不因岗位局部判断而偏离调度原指令框架。

在动态反馈方面,提高一致性的核心在于构建快速、稳定且具有针对性的工况传递机制。井场监测系统的信号完整性和采样频率直接影响调度调整的精确性,若反馈滞后,指令更新就会失去时效性,使偏差进一步扩大。为此,应提升井场数据

链路的可靠性,使压力、流量、扭矩、动力端负荷和机械效率等数据能够在短周期内传输到调度中心。应设置强制反馈触发条件,当工况进入波动区间或出现不稳定趋势时,系统自动推送警示内容,使调度中心能在第一时间调整指令。结合现场对调度偏差进行的即时分析,可形成闭环性的执行校准机制,使井队在长期作业中逐步构建对调度逻辑的深度适应能力,并稳定提升指令执行的一致性。

## 6 结语

调度指令在钻井工程中的执行质量直接影响施工进度、井下安全和整体运行效率。指令偏差的形成具有多源驱动与链式传播的特征,既涉及信息传递的完整性,也反映现场人员对技术逻辑的理解深度与实时反馈能力。围绕偏差表现、成因机制与管理链条薄弱点开展分析,可为优化调度执行提供清晰方向。伴随数字化监测系统的应用深化以及现场组织模式的持续改进,调度执行的稳定性和一致性将得到更强的支撑,使井场能够在复杂工况下保持更高的协同水平与参数控制能力,为钻井工程高质量运行提供更坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 李小溪.事业单位预算执行偏差的成因及改进措施[J].销售与管理,2025,(31):123-125.
- [2] 陈冬.我国财政预算执行偏差原因及对策研究[J].齐鲁珠坛,2025,(05):51-55.
- [3] 王爱斌.电气自动化技术在电力系统生产运行中的应用[J].光源与照明,2025,(08):242-244.
- [4] 郭鑫.天然气生产运行中生产调度的作用研究[J].化工管理,2021,(21):72-73.
- [5] 薛永旭.自动化信息系统在现代炼油厂生产调度运行管理中的应用[J].化工管理,2020,(20):120-121.