

智能分注技术在油田的应用

Application of Intelligent Dispensing Technology in Oilfield

李卓

Zhuo Li

中石化胜利油田 中国·山东 东营 257000

Sinopec Shengli Oilfield, Dongying, Shandong, 257000, China

摘要: 油田实现精细动态开发的核心是如何实现注入端精准、高效调控,而目前公司主导分注工艺无法满足精准、高效调控的需求。因此,公司研究引进了有缆式智能分层注水技术,提高井网内注采对应关系认识程度,指导油藏注采匹配优化,提升高含水油藏水驱开发质量。

Abstract: At present, the company's leading separate injection process can't meet the needs of accurate and efficient regulation. Therefore, the company has studied and introduced the wired intelligent layered water injection technology to improve the understanding of the corresponding relationship between injection and production in the well pattern, guide the optimization of reservoir injection and production matching, and improve the water drive development quality of high water cut reservoir.

关键词: 智能分注; 技术优势; 精细注水; 油藏分析

Keywords: intelligent injection; technical advantages; fine water injection; reservoir analysis

DOI: 10.12346/etr.v3i11.4673

1 概述

随着油田开发进一步深入,层间层内矛盾日益突出,如何准确了解各小层的吸水情况及准确的实现各小层的精细注水,成为油田开发的重点。现场应用中仍存在以下问题。

1.1 无法提供实时的生产参数

油藏分析需要实时跟踪层段注水量,及时评价水驱效果,但是目前季度性监测瞬时分层流量,不能满足高含水开发阶段油藏精细开发需求。

1.2 测调工作量逐年增加

目前公司分注井逐年增多,公司水井总数由187口增加到291口,分注井数由103口增加到192口,分注率达到66.0%,细分井数由57口增加到116口,细分率达到60.4%,测调工作量成倍增加,这对测调人员及设备提出了更高的要求。

1.3 层段合格率较低

随着测调周期延长,受结垢腐蚀及井况等因素影响,分注井层段注水合格率逐渐降低,较大程度影响了注水开发效果。

针对以上问题及开发需求,公司研究引进了有缆式智能分层注水技术,提高井网内注采对应关系认识程度,指导油藏注采匹配优化,实现油水井层间注采参数智能动态调整,提升高含水油藏水驱开发质量。

2 中国智能分注技术应用现状

2.1 华北油田

华北油田借助中石油集团公司科研项目研究,在华北油田建立了高阳智能分注示范区,开展智能分注配套技术研究与应用^[1]。

【作者简介】李卓(1989-),男,中国山东潍坊人,本科,工程师,从事油田开发研究。

2.1.1 技术配套情况

- ①配水器优化改进,提高工艺可靠性。
- ②设计研发过电缆封隔器等配套工具,提高工艺可靠性。
- ③设计专用辅助工具,提高工艺成功率。

2.1.2 技术应用情况及效果

示范区高阳油田2017—2018年共实施智能分注井56口。与同心一体化分注工艺对比,分注合格率提高20%,见效井组46个,见效油井98口,油井见效率92%。

2.2 吐哈油田

吐哈油田针对常规配水器需要反复投捞作业、配注误差较大、井下工具因腐蚀及结垢造成投捞作业困难、井斜大等问题,引进了远程测调智能分注技术,在现场应用中取得了良好的效果^[2]。

吐哈油田2015年开始实施远程测调智能分注技术现场试验,根据文献调研,截止2016年年底共试验3井次,施工成功率100%、测试成功率100%、指令收发准确度100%,3口井工况良好,最长有效期超过1年。

3 智能分注技术原理

有缆智能分注工艺是通过井下分层管柱上的各层测试装置将流量、压力和温度数据通过电缆传到地面,通过井口数据采集处理装置对各层数据进行处理分析,与设计值进行对比后,再通过地面发出指令,对井下流量控制装置进行调节,直至达到设计要求^[3]。

4 现场应用效果及下步建议

4.1 技术应用优势总结

4.1.1 多级注水,细化管理更精准

智能分注工艺理论上可以实现无限分级使得更细化分注有可能性。

4.1.2 实时回传,油藏分析更超前

从实施效果可以看出,利用注水层压力变化监测、压降恢复在线测试功能,分析储层压力变化情况可以为井组连通性动态分析、油水井生产调整提供依据。

以某一井组为例,水井2级3段分注,第一段对应高产井,出现高含水实时进行调控。

第一,注采联通性分析。

该井全井配注75m³/d,第二段不吸水,后通过远程关闭第二段,测压力恢复情况,后稳定在23.5MPa,通过分析,可以初步判断该层油水井连通差,甚至可能不连通。

由于验证第二段吸水差,组井开发上缺少注水方向,分

析确定下步相邻井补孔接替,增加水驱方向,提高水驱波及面积,完善平面井网。该技术为注采对应分析及井网完善具有重要作用。

第二,注采联动调控。

第一段前期因分层超注导致对应油井井含水上升,产量下滑,后通过远程调控下调配注(35降至20),产量恢复,有效保证井组生产稳定。

4.1.3 及时测调,动态调整更快捷

智能分注在地面通过电缆将指令传递给地下流量计,随着流量计水嘴开度变化,从而实现井下分层流量的变化,满足各层流量控制要求,提高了倒替注水、间歇注水等地质措施执行的可行性。

4.1.4 参数多元,井况分析有依据

智能分注可以同时录取可以录取分注单层的温度、流量、嘴前压力、嘴后压力、总流量等参数,确保有效注水,为开发技术人员的动态分析提供了更精准的数据。

4.1.5 远端调控,井场井况无影响

智能分注工艺完全可以满足高温、高压、大井斜、深井的分注,使得大斜度等测调难度大的井,不受井况、天气环境影响,保证测调及时,解决大井斜井测调难、测调成功率低的问题。

4.2 现场应用效果

目前智能分注的14井开井数由12口增加至14口,分注层数由原来的30层上升至目前的38层,注水层段合格率由全年的76.3%上升至目前的86.3%,通过实施产液注水结构优化井组日液增加14.4t/天,油量增加2.1t/天,日注增加10m³/d,井区呈现稳定的开发趋势。

4.3 下步优化方向及建议

4.3.1 智能分注优化方向

第一,工艺上逐步完善实现工程模块功能智能化。

目前智能分注技术仍处于“智能采集—人工分析”的数字化阶段,需进一步研究实现模块功能智能化。

第二,开发上强化注采信息提升,实现注采高效协同智能化。

以现有“分注合采”生产模式为基础,与大数据分析方法相结合,组建注采井组动态、静态关联数据库,为油水井智能配产配注提供准确、高效数据支撑。

第三,提高技术适应性,控制工艺成本,性价比更加合理化。

针对不同类型油藏、井况、工况特点,形成有缆智能注水技术规格系列化,具备低成本推广应用的前景。

4.3.2 下步工作建议

第一，加快制度建设及相关技术培训。

管柱下井前的可靠性鉴定专业化程度高，建议增加相关技术人员的职业培训；优选作业施工队伍及作业监督员，有针对性的做好相关内容的培训。

第二，建立与完善智能分注系统平台。

进一步优化录取参数及频次，加快软件升级进度，实现资源共享，实现数据的自动采集，每天定时采集数据点，并且并入四化系统，便于更多的技术人员及时掌握、充分应用相关资料。

第三，建议形成有线智能分注工艺相关数据的报表，及时关注问题的出现。

不断完善形成有线智能分注工艺相关数据的报表和单井档案，便于数据跟踪及后期分析，及时发现问题和总结规律。

5 结论

智能分注技术具备了精准及时数据支持、简便高效调控手段能力，对动态分析、认识油藏或重点井间连通性及实现注采协同高效开发提供了技术支撑。

①智能分注技术能够实时监测注水井各层段注水参数，同时可以及时进行各层段注水量的调整，提高了注水精度和

层段注水合格率。

②智能分注工艺可以实现无限分级使得更细化分注有可能性，在注水开发的后期，急需细分注水来治理层间矛盾，这就需要增加注水分注层段数。

③智能分注工艺可以将注水井的分层注入情况实时回传，通过精准注水和及时调配，解决开发矛盾，实现控制含水上升，减缓递减是可行的。

④智能分注可以同时录取可以录取分注单层的温度、流量、嘴前压力、嘴后压力、总流量等参数，可以实现施工全过程监测，为开发技术人员的动态分析提供了更精准的数据。

⑤智能分注技术仍需不断优化，更加智能化，实现在线自动验封、在线自动标定在线自动测试，不断完善工艺技术配套，进一步提高该工艺的稳定性 and 准确性。

参考文献

- [1] 张旭.有线智能分注技术在华北油田的应用[J].石油机械,2019,47(3):87-92.
- [2] 韦栋.远程智能测调分注技术在吐哈油田的应用[J].新疆石油天然气,2017,13(2):93-96.
- [3] 孙金峰.免投劳实时测控精细注水技术[J].石油机械,2017,45(1):81-84.

(上接第169页)

3.4 用于仿真技术

当前信息技术的发展已经使三维建模体系得以实现进一步完善和发展，在这个过程中，应用更加智能化的仿真技术，能够实现对复杂的机械设计过程以及结构进行仿真模拟的影视，这样的系统能够让人们更加直观地了解具体的设计结构和情况。与此同时，还要明确仿真技术的发展以及应用本身就会和数字模型的构建存在重要的关联性，在数字模型的构建过程中，同样要应用到新的计算机辅助技术，因此通过这种仿真技术手段来对机械设计制造的过程进行全面而直观的分析，发现其中存在的不足之处，也是将计算机辅助技术以及机械设计制造产生完美结合的有效体现^[5]。

4 结语

总而言之，当前中国社会的不断发展已经促使了各种机械设备的产生，这些机械设备的应用，提高了生产的效率，节省了生产的资源，为企业带来了更多的经济收益，这和计

算机辅助技术的应用存在一定的关联性。论文针对计算机辅助技术与机械设计制造相结合进行了分析，探讨了具体的结合方式，希望可以更好地促进机械设计制造产业的发展，提高机械生产的技术水平。

参考文献

- [1] 曹明月.计算机辅助技术与机械设计制造的结合分析[J].内燃机与配件,2020(1):232-233.
- [2] 郑伍重.浅议计算机辅助技术与机械设计制造的结合[J].湖北农机化,2019(4):24.
- [3] 程发洲.探讨计算机辅助技术与机械设计制造的结合[J].中国设备工程,2019(4):201-203.
- [4] 杜宛谦.浅谈计算机辅助技术与机械设计制造的结合[J].南方农机,2019(5021):129.
- [5] 罗皎.浅谈计算机辅助技术与机械设计制造的结合[J].内燃机与配件,2019(21):246-247.