油气生产物联网智能化应用与实践

大庆油田庆新油田开发有限责任公司

2017.10

主目录

1 引言

2 应用效果

3 几点认识

1 引言

传统油田

油田地域分散

信息反馈困难

发现、处理故障周期较长

挑战：
环境制约，信息采集不及时

数字油田

故障发现时间原来的3天缩短为20分钟

通过采集的海量数据

实现了告警功能、但未实现真正的智能预警

分析与优化仍停留在依靠人工辨识与分析的传统模式

挑战：
受人员精力、经验所限无法及时辨识价值信息

智能油田

智能油田

海量信息有效过滤

智能模型自学习

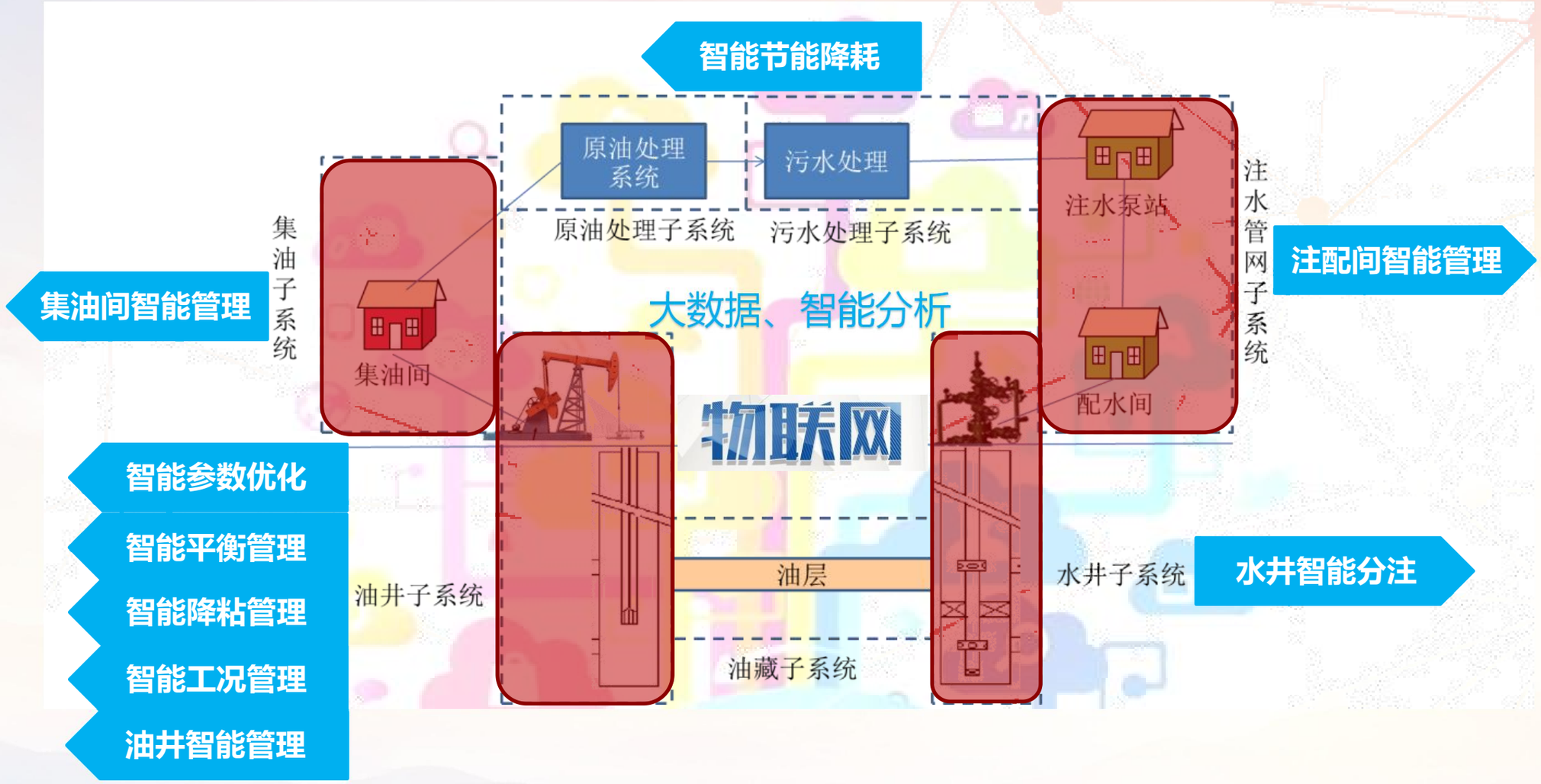
隐患和故障自动识别

预、报警处置方案自动推送

生产优化方案自动生成

2 应用效果

第二章 应用效果

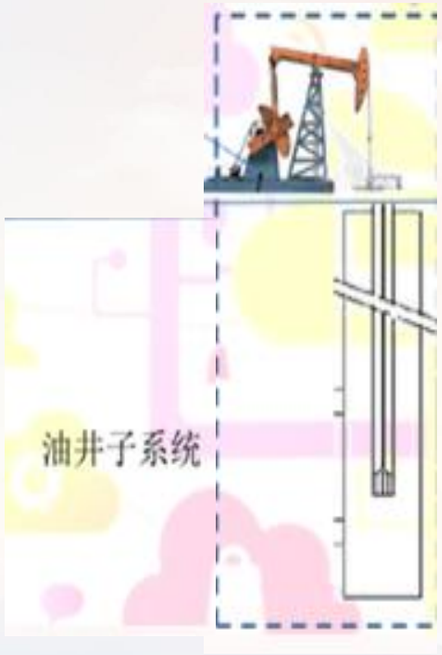


庆新油田物联网的应用以数据驱动、智能预警，过程跟踪，闭环管控为原则；形成涵盖油、水井、集油、注配间的油田生产全流程”一体化”的智能管理模式。

1、油井智能管理

根据采集的电参、力参数据，设定预警状态

- 预警功能：各类预警模型
- 预警状态：关停井、皮带断、电参、力参异常等六大项24种常见故障
- 预警效率：准确率95%以上



典型案例 异常停井	井　　号	预警时间	预警名称	落实结果	处置人	处置措施	预计时间	操作
	W1-371-41J	2017/9/21	停井	电机故障	沈立磊	更换电机	2017/9/22	处置

未接警(0)　落实中(0-0)　维护中(9-0)

序号	集油间	井号	告警时间	告警名称	落实结果	处置人	处置措施	预计时间	操作
1	3-1集油间	15W1-371-41J	09-21 16:22	停井	电机故障	沈立磊	更换电机	09-22 16:28	处置
2	太东1#集油间	15W2-36-26	09-21 14:46	停井	安全环保	陈树元	完成后启井	09-21 17:05	处置
3	卫星7#集油间	15W2-361-35	09-21 12:35	停井	配合量油	沈立磊	按计划启井	09-21 20:42	处置
4	3-1集油间	15W1-42-X01	09-15 17:54	停井	不出液	刘明辉	待作业	09-30 18:04	处置
5	太东5#集油间	15W2-27-20	09-10 09:53	停井	不出液	李同兴	待作业	09-22 10:29	处置
6	卫星5#集油间	15W1-16-X10	09-01 06:15	皮带断	蜡堵蜡卡	刘键	转捞作业	09-23 09:32	处置
7	3-3集油间	15W2-44-29	08-14 09:22	停井	光杆断脱	刘键	转捞作业	09-25 12:12	处置
8	3-4集油间	15W2-43-37	08-02 06:42	停井	电机故障	刘键	厂家维修中	09-22 16:19	处置
9	太东1#集油间	15W2-36-17	07-29 21:33	停井	小修	李同兴	待作业	09-28 10:28	处置

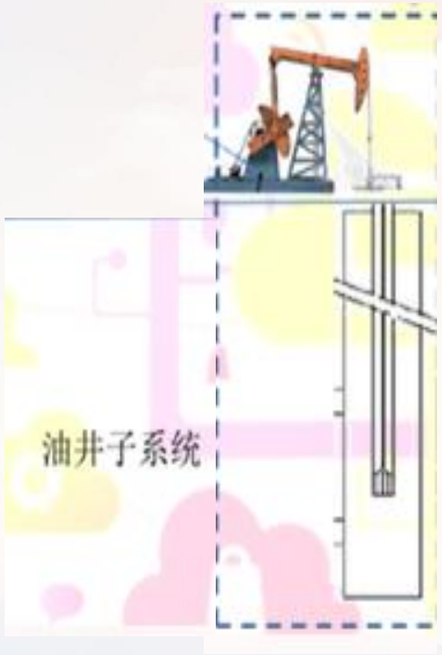
井号 15W1-371-41J　时间 2017-09-20 ~ 2017-09-21　间隔 默认　图表转换　查询　调整模型　最新数据　导出

参数 ☑ A相电流 ☑ B相电流 ☑ C相电流 ☑ A相电压 ☐ 上行电流 ☐ 下行电流 ☑ 耗电量 ☑ 电表读数 ☐ 视在功率 ☑ 最大载荷 ☐ 最小载荷 ☐ 冲程 ☑ 冲次

序号	采集时间	A相电流	B相电流	C相电流	A相电压	耗电量	电表读数	最大载荷	冲次
1	17-09-22 19:37	21.27	21.26	21.46	371.61	2.76	10719.09	51.71	5.21
2	17-09-22 19:11	0	0	0	378.19	0	10716.33		0
3	17-09-22 19:00	0	0	0	378.19	0	10716.33	54.75	0
4	17-09-22 18:33	0	0	0	378.19	0	10716.33		0
5	17-09-22 18:11	0	0	0	378.19	0	10716.33	54.75	0
6	17-09-22 17:59	0	0	0	378.19	0	10716.33	54.75	0
7	17-09-22 17:32	0	0	0	378.19	0	10716.33	54.75	0
8	17-09-22 17:20	0	0	0	377.67	0	10716.33		0

9月21日，电压正常，A/B/C三项电流值为0，耗电量为0，最大载荷值为恒值，冲次为0，触发停井告警。

1、油井智能管理



电子巡检 → 智能告警

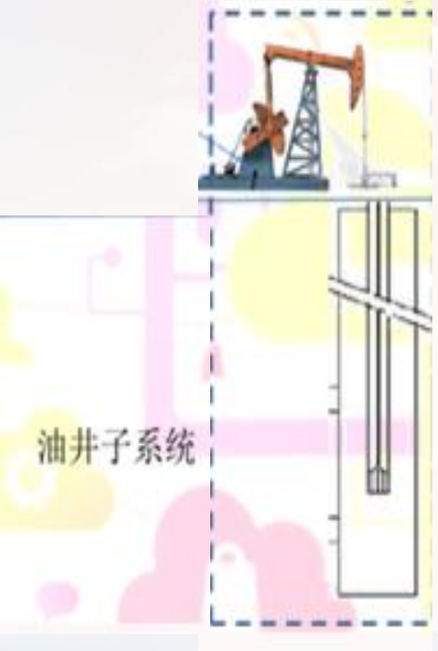
1、油井的时率和利用率分别有原来的95.2%和96.9% 提高到98%以上，年可少影响产量4000吨。

2、人工巡检次数从原来的1小时巡检一次到现在的20分钟1次的智能电子巡检，巡检周期减少三倍，巡检质量大幅提升，公司整体劳动效率大幅提高。

2、智能工况管理

以功图分析为主要依据，同时监控电参、力参等55项日度数据和实时数据

- 预警功能：工况预警模型、推送出预、告警和处置方案，进行作业跟踪
- 预警状态：光杆断、油管漏、泵漏失等四大项12种常见故障
- 预警效率：准确率90%以上

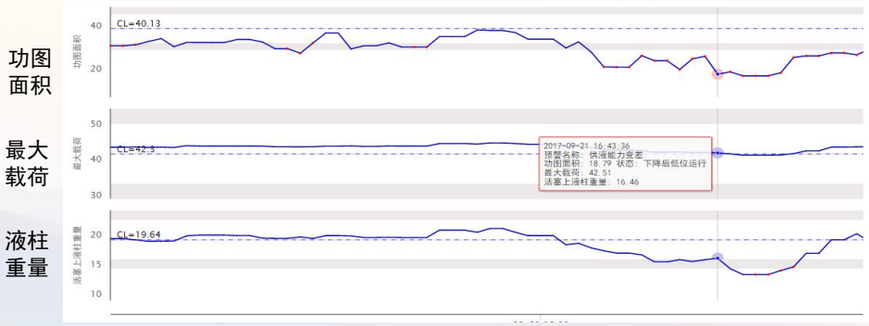


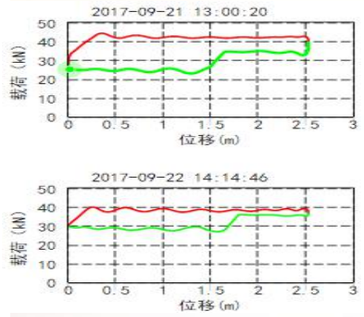
典型案例
泵 漏 失

井　　号	预警时间	预警名称	开工时间	作业	落实情况	时间间隔
W2-22-23	2017/9/22	泵漏失	2017/9/25	检泵	泵漏	3天

智能告警　工况预警　数据统计　适时预警　模型管理　系统设置

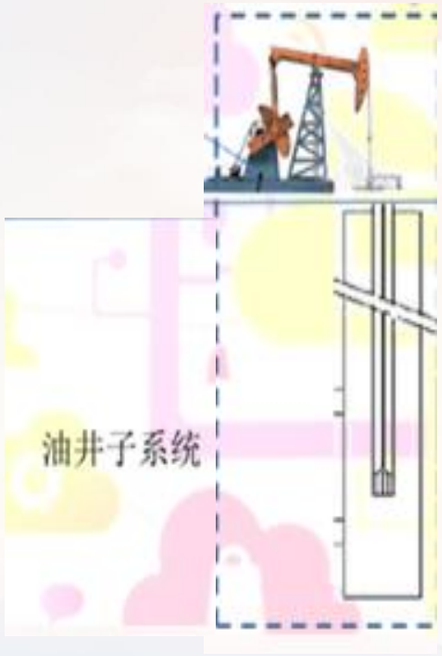
序号	集油间	井号	告警时间	预警类别	预警名称	预警内容	预警次数	操作
1	太东6#集油间	15W2-22-23	09-22 19:23:09	隐患预警	泵漏失	17-09-21 17:04第一次预警; 17-09-22 19:23最后一次预警	28	处置分析
2	卫星5#集油间	15W1-181-81J	09-22 19:22:48	隐患预警	泵漏失	17-09-16 10:20第一次预警; 17-09-22 19:22最后一次预警	447	处置分析

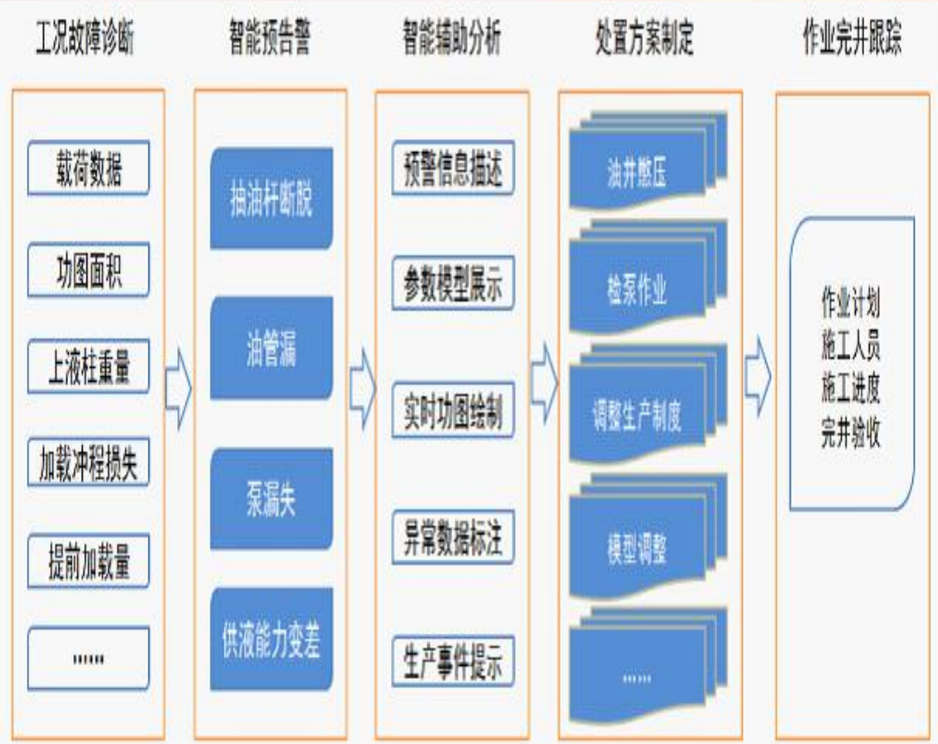




9月22日，实时活塞上液柱重量下降，最大载荷下降，最小载荷上升，加载冲程损失下降，卸载冲程损失下降，触发泵漏预警。

2、智能工况管理





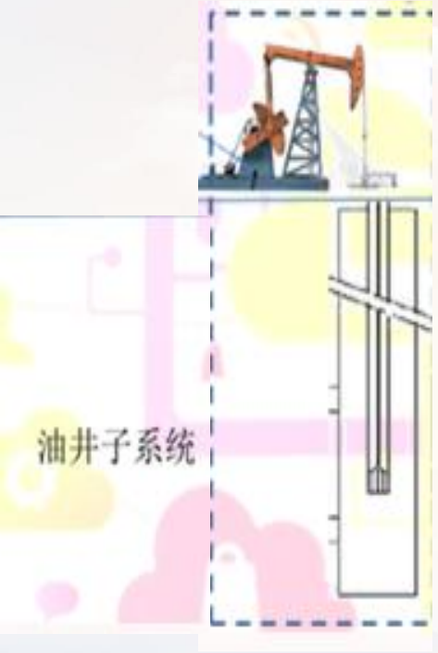
事后处理 → **事前预警**

油井工况实现了及时、精准判断，大幅度缩短了问题发现的时间。问题发现时间平均提前7天。许多问题消灭在“萌芽”状态，用简单的方式就得已处理，大幅降低了修井费用，延长检泵周期85天以上。

3、智能降粘管理

根据载荷、载荷比、功图参数，设定预警状态

- 预警功能：结蜡周期模型
- 预警状态：油井结蜡预警，智能推送出加药、热洗方案
- 预警效率：准确率90%以上



典型案例
加药预警

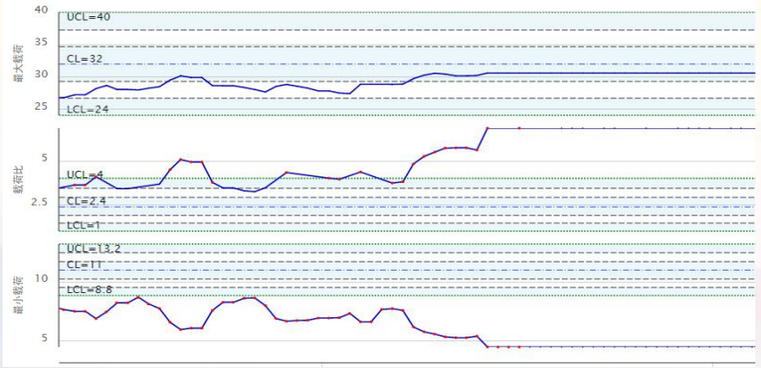
井　　号	预警时间	预警名称	参数趋势
W2-33-17	2017/9/22	4天后加药	载荷比进入加药范围，持续时间40消失，当前参数值4.5

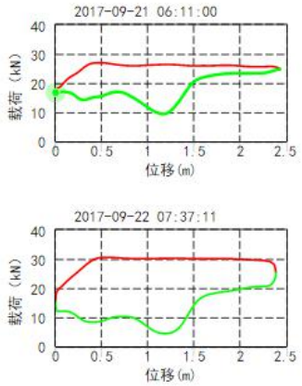
序号	集油间	井号	建议措施	参数趋势	操作
1	太东1#集油间	15W2-33-17	4天后加药	阶段载荷比自2017-09-20 06:28进入加药范围，持续47.33小时，当前参数值4.5	处置

最大载荷

载荷比

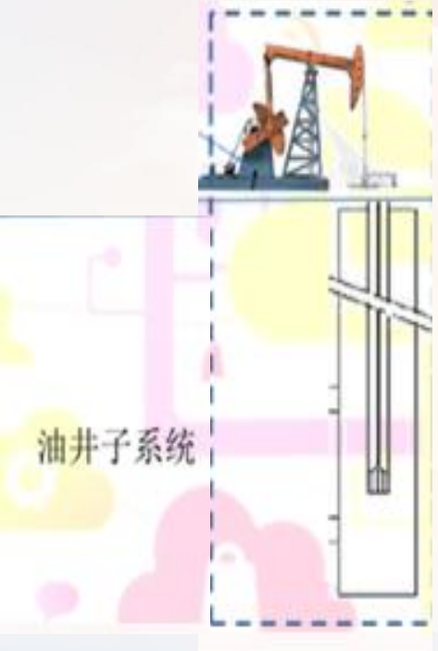
最小载荷

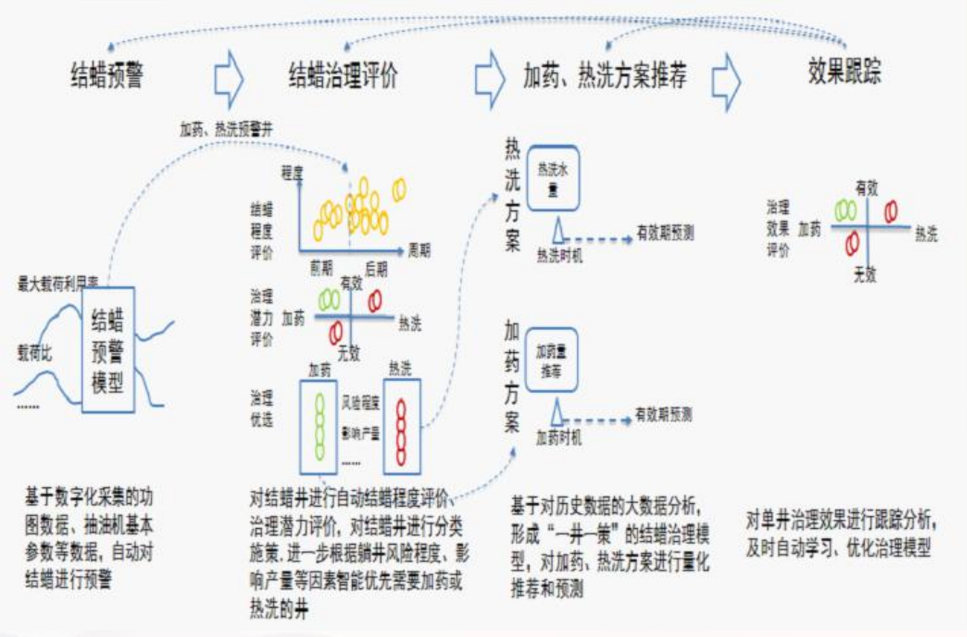




9月22日，最大载荷逐渐上升，最小载荷有所下降，载荷比上升，通过功图面积可以看到，功图逐渐变得肥大，触发加药预警。

3、智能降粘管理





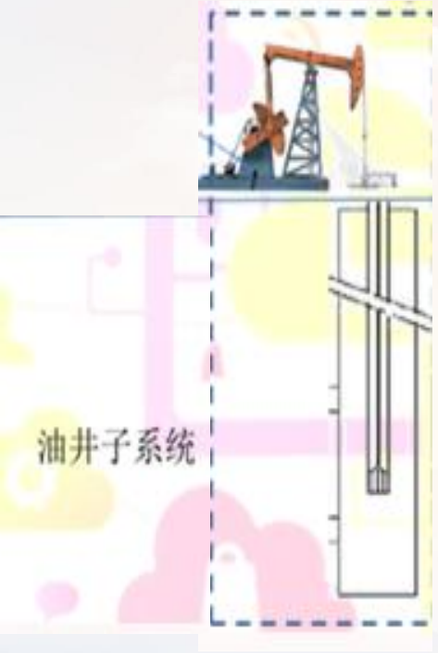
定期定量加药 → 适时适量加药

防蜡降粘是保证抽油机井正常运行的重要措施。通过智能加药系统的研发，实现“一井一策”管理，自动识别最佳加药时机，制定合理加药量。自应用以来共优化方案214个，年节约药剂成本10%以上。

4、智能平衡管理

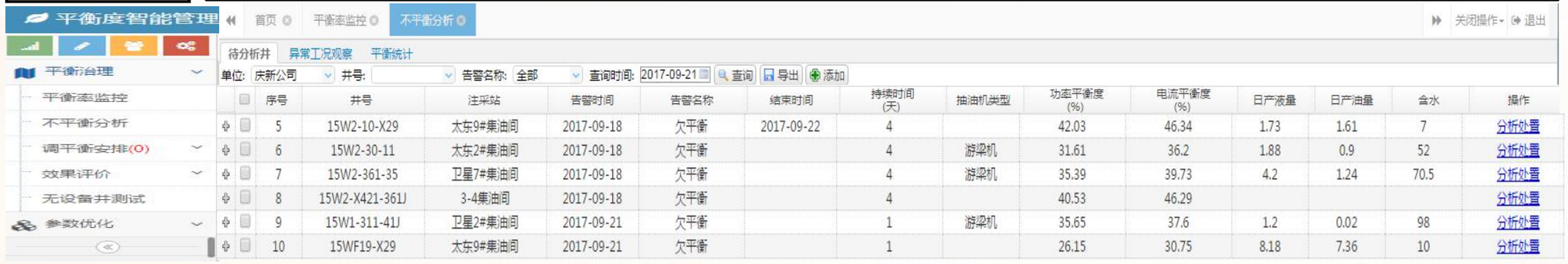
根据载荷、载荷比、电流数据，设定预警状态

- 预警功能：平衡评价模板，归因分析，排除其他影响因素
- 预警状态：油井平衡预警
- 预警效率：准确率90%以上

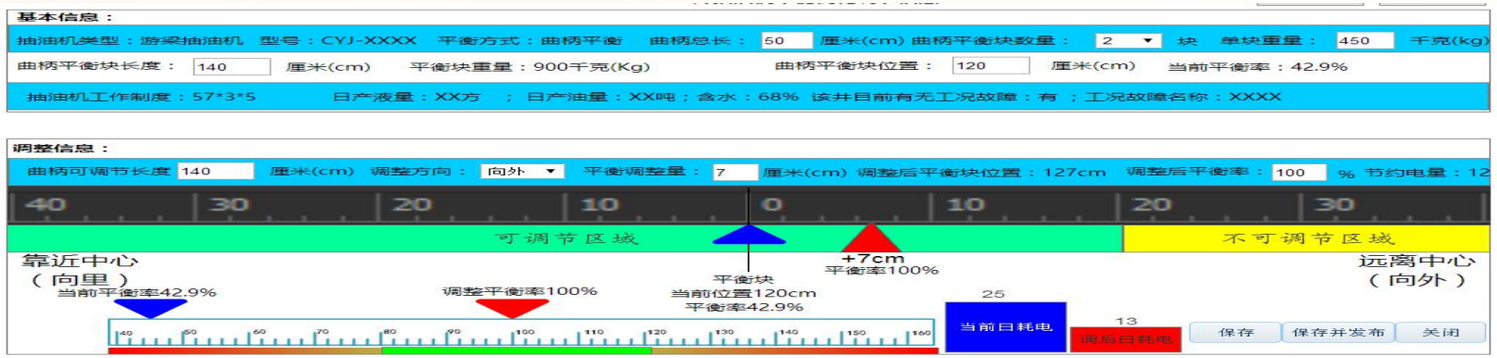


典型案例
平衡预警

井　　号	预警时间	预警名称	持续时间	功率平衡	电流平衡
W2-10-X29	2017/9/18	欠平衡	4天	0. 42	46. 3%



序号	井号	注采站	告警时间	告警名称	结束时间	持续时间(天)	抽油机类型	功率平衡度(%)	电流平衡度(%)	日产液量	日产油量	含水	操作
5	15W2-10-X29	太东9#集油间	2017-09-18	欠平衡	2017-09-22	4		42.03	46.34	1.73	1.61	7	分析处置
6	15W2-30-11	太东2#集油间	2017-09-18	欠平衡		4	游梁机	31.61	36.2	1.88	0.9	52	分析处置
7	15W2-361-35	卫星7#集油间	2017-09-18	欠平衡		4	游梁机	35.39	39.73	4.2	1.24	70.5	分析处置
8	15W2-X421-361J	3-4集油间	2017-09-18	欠平衡		4		40.53	46.29				分析处置
9	15W1-311-41J	卫星2#集油间	2017-09-21	欠平衡		1	游梁机	35.65	37.6	1.2	0.02	98	分析处置
10	15WF19-X29	太东9#集油间	2017-09-21	欠平衡		1		26.15	30.75	8.18	7.36	10	分析处置

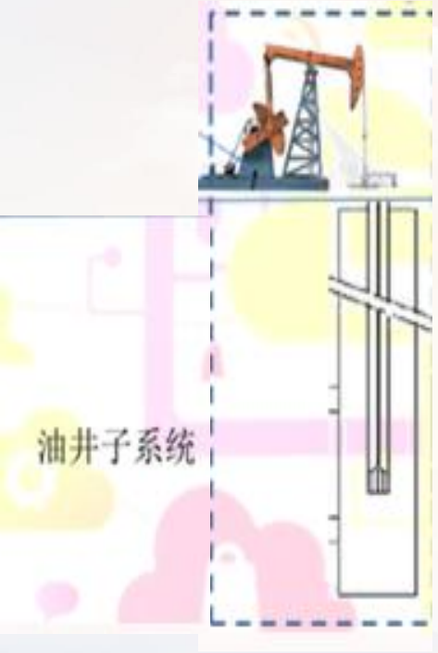


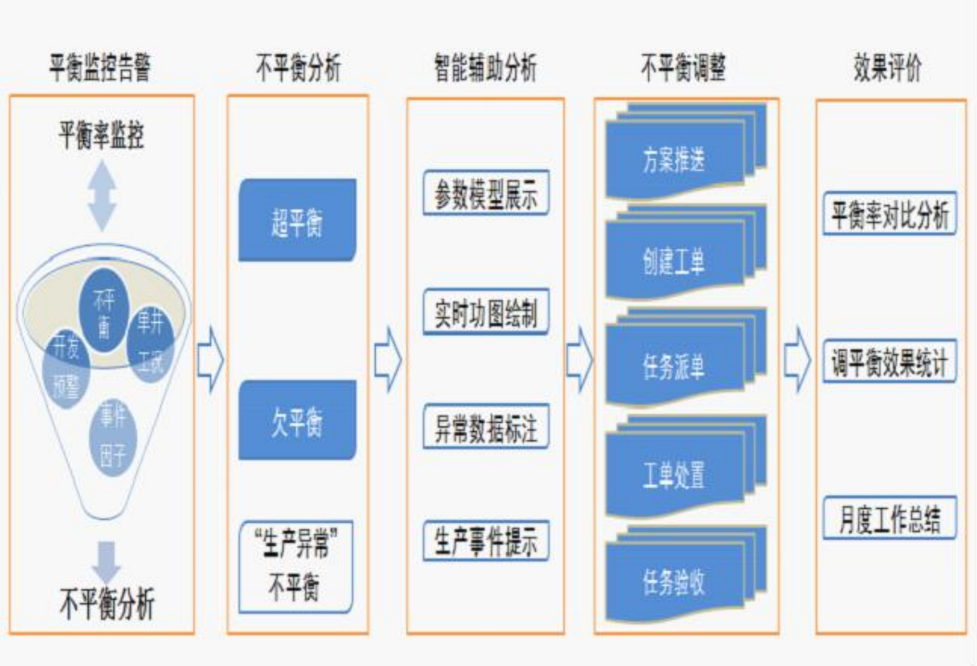
派发工单

工单处置

完工处置

4、智能平衡管理





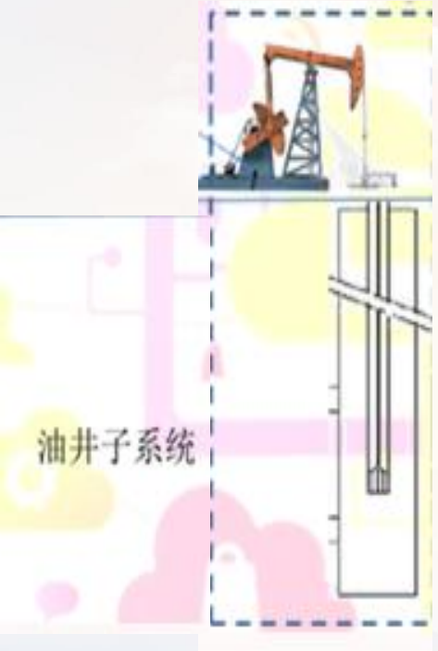
月度评价 估选估调 → **实时发现 优选精调**

缩短了发现时间，自动优选见效长、效果好的井，推荐最佳调整方案。平衡调整工作由原来的经验调试转变为精准计算，平衡调整返工率降到0，平衡率由原来的88.2%上升到92.1%。

5、智能参数优化

根据电参、力参以及所采集到的数据，综合分析

- 预警功能：系统效率模板、供排关系模板、经济运行模板进行评价选井
- 预警状态：分析油井潜力，优选间抽、调参井进行方案优化设计
- 预警效率：准确率90%以上



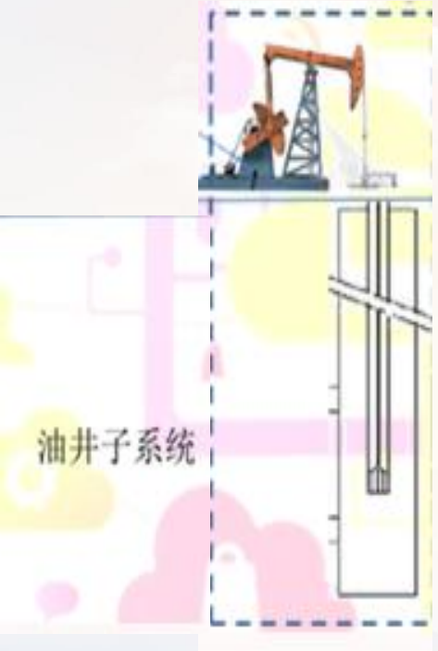
典型案例
间抽预警

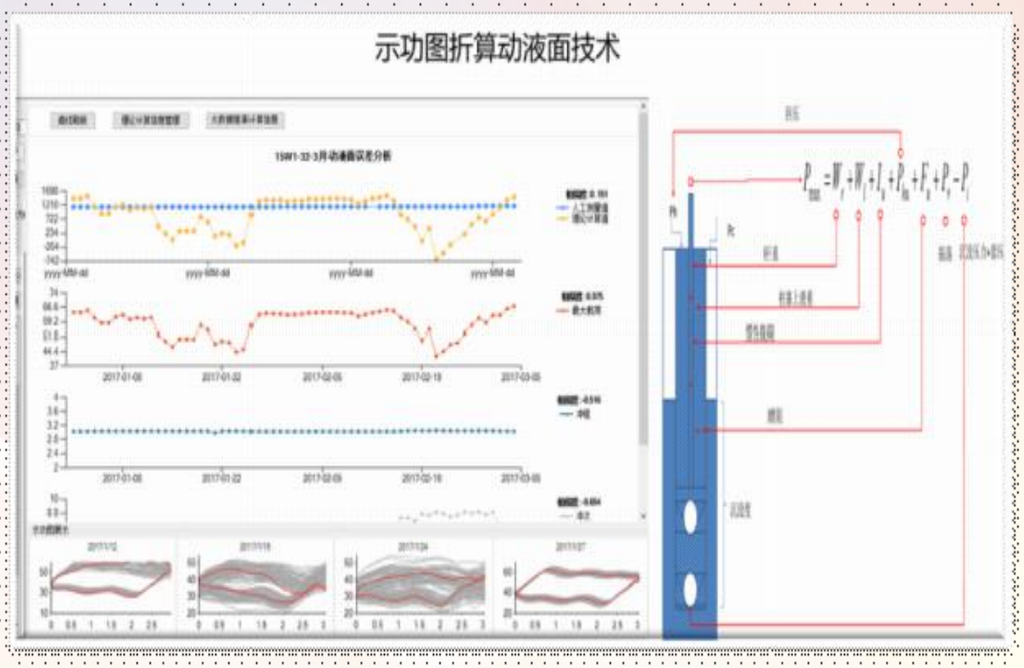
井　　号	预警时间	预警名称	参数趋势
卫1-15-9	2017/9/22	间抽选井	

序号	采油工区	集油间	井号	产液量	沉没度	含水	泵效	当前状态	操作
1	采油一区	3-2集油间	15W1-39-16	2.8	235	6.5	-	非间抽	处置
2	采油一区	卫星5#集油间	15W1-15-9	6.3	127.77	59.5	42.4	非间抽	处置
3	采油一区	卫星5#集油间	15W251	9.7	271.45	98	46.9	非间抽	处置
4	采油一区	卫星5#集油间	15W1-17-9	5.8	144.64	98	54.9	非间抽	处置

实现间抽远程适时停井，实现间抽制度的实时跟踪，动态优化。2017年优选间抽井40口，预计全年节电43.2万千瓦时。

5、智能参数优化





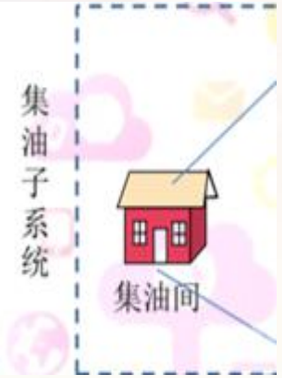
季度评价
人工调参

→

实时评价
自动调参

参数的智能管理综合了各类评价指标，使措施效果达到最优，系统应用以来，系统效率由原来的10.9提高到12.2，节电232万千瓦时。

集油间智能管理

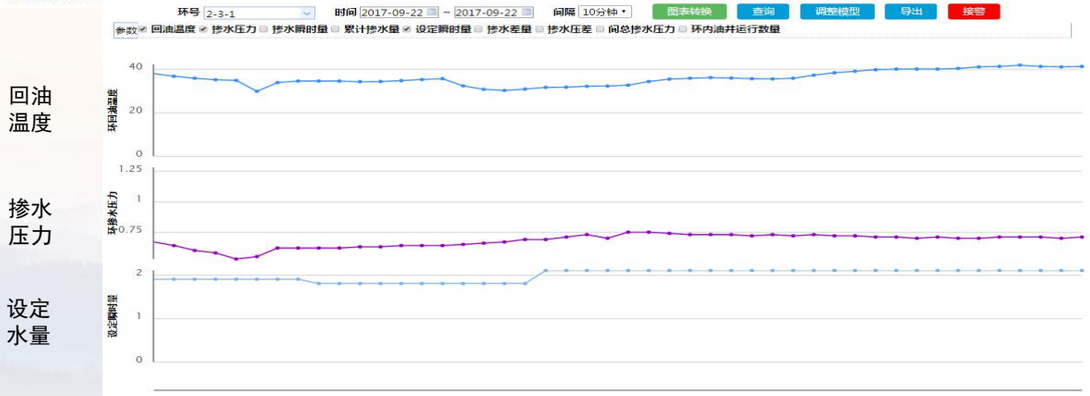


根据温度、压力、水量，结合关停井情况

- 预警功能：预警模型、参数优化模型
- 预警状态：环堵、环漏、回液不畅等四大项11种常见故障
- 预警效率：准确率90%以上

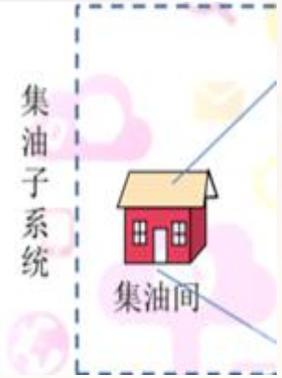
典型案例
环堵预警

集油间	环号	告警名称	告警时间	环特性
太东3#集油间	2-3-1	环堵预警	2017/09/22 13:37	该环掺水压力较快，回油温度有下降趋势



9月23日，2-3-1#集油环，该环掺水压力上升较快，回油温度有下降趋势，触发环堵预警模型。监控中心远程调大掺水量，保证集油环的安全平稳运行。

集油间智能管理



站库	运行状态	掺水压力,MPa	掺水温度,℃	掺水流量,m3/h	单位	集油间,个	总环数	正常运行	平均回油温度,℃	平均掺水压力,MPa	平均掺水量,m3/h	平均掺水比
卫一转	正常				一区	12	83	76	35.64	0.75	0.69	
卫二转	正常				二区	9	62	55	36.46	0.84	0.73	
卫一联	正常				合计	21	145	131	35.99	0.79	0.71	

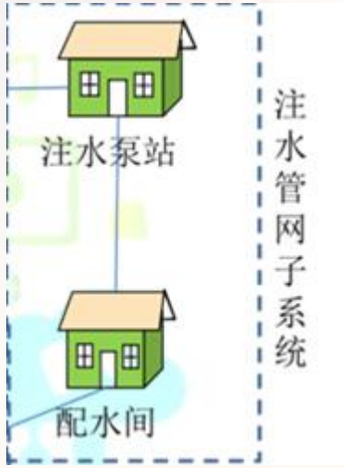
未接警(27) 报警中(0-0) 维护中(0-0)

	序号	告警类型	告警位置	告警时间	告警名称		操作	备注
	1	环高温低压	2-5-2	09-22 22:07	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	2	环高温低压	2-3-2	09-22 21:55	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	3	环高温低压	2-5-1	09-22 20:36	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	4	环高温低压	2-5-3	09-22 19:26	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	5	环高温低压	2-1-6	09-22 19:02	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	6	环高温低压	2-4-3	09-22 18:35	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	7	环高温低压	3-5#-1	09-22 18:25	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	8	环高温低压	2-1-9	09-22 18:20	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	9	环高温低压	2-1-2	09-22 18:11	环高温低压	环高温低压	接警	分析
	10	环高温低压	2-1-4	09-22 17:45	环高温低压	环高温低压	接警	分析

实现了掺水优化运行

该系统的运用，使单环的平均回油温度由原来的44℃下降到35℃，日可减少掺水量2400方，年节气200余万方。同时，系统运行更加安全平稳，通过该平台的应用真正实现了环堵、环漏、等运行隐患的事前预警。

注配间智能管理



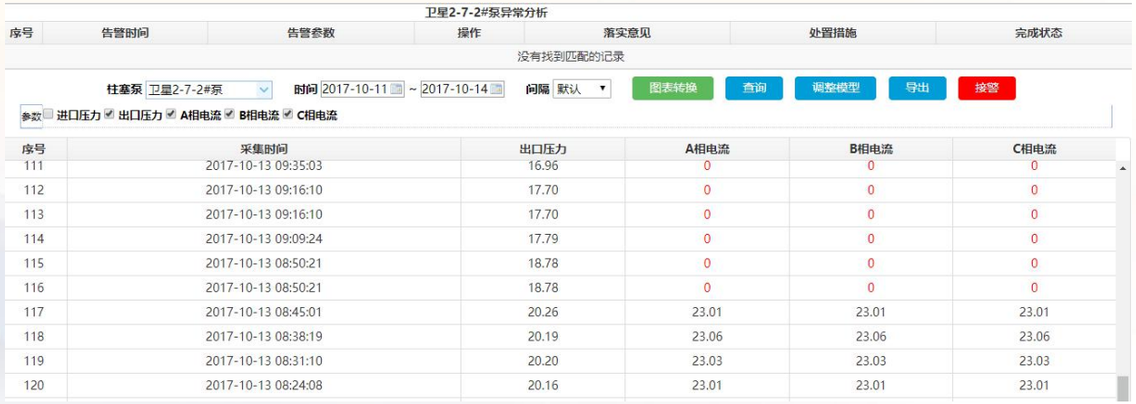
根据油压、柱塞泵电流及水量的监控

- 预警功能：预警模型、启泵方案的优化
- 预警状态：柱塞泵停泵、水井超、欠注等进行预警
- 预警效率：准确率95%以上

典型案例
停泵告警

集油间	柱塞泵	告警名称	告警时间	备注
太东2#集油间	2-7-2	停泵	2017/10/13 10:27	污水管线穿孔，正在堵漏

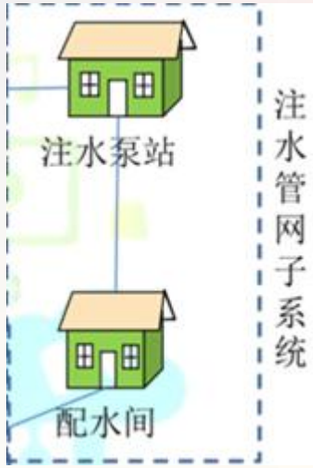
序号	注配间	井号	告警时间	告警名称	落实结果	处置人	处置措施	预计时间	操作
1	太东7#注配间	卫星2-7-2#泵	10-13 10:27	停泵	污水管线漏	李志宏	堵漏	10-15 17:56	处置
2	太东7#注配间	太东2-7-6#泵	10-13 10:27	停泵	污水管线漏	李志宏	继续堵漏	10-15 17:56	处置



序号	采集时间	出口压力	A相电流	B相电流	C相电流
111	2017-10-13 09:35:03	16.96	0	0	0
112	2017-10-13 09:16:10	17.70	0	0	0
113	2017-10-13 09:16:10	17.70	0	0	0
114	2017-10-13 09:09:24	17.79	0	0	0
115	2017-10-13 08:50:21	18.78	0	0	0
116	2017-10-13 08:50:21	18.78	0	0	0
117	2017-10-13 08:45:01	20.26	23.01	23.01	23.01
118	2017-10-13 08:38:19	20.19	23.06	23.06	23.06
119	2017-10-13 08:31:10	20.20	23.03	23.03	23.03
120	2017-10-13 08:24:08	20.16	23.01	23.01	23.01

10月13日，2-7-2#柱塞泵，该泵A/B/C三项电流归零，泵压大幅度下降，触发停泵预警模型。监控中心远程下达启泵指令，保证“注好水、注够水”。

注配间智能管理

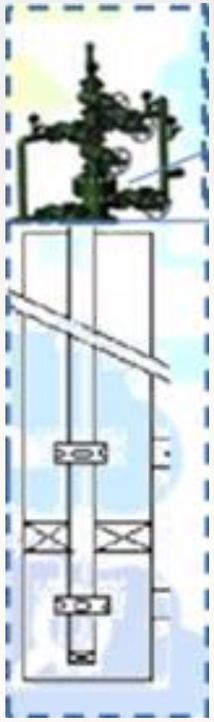


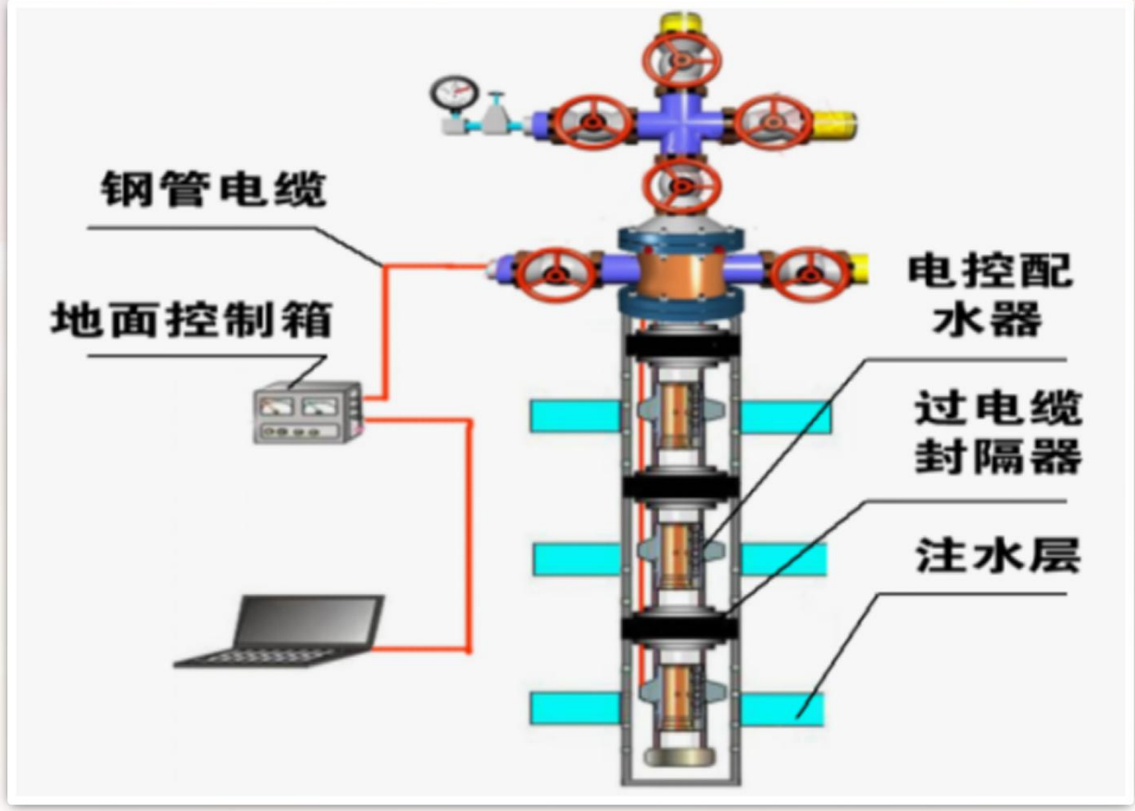
序号	生产单元	告警位置	告警时间	运行状态	优化方案	操作
1	联合站	卫1联合站	06-06 09：00	输配比0.6，欠水100m3	建议增开外输泵	接警
2	联合站	卫1联合站	06-06 09：00	输配比1.4，供余100m3	建议调整外输泵运行	接警
3	注配间	2-2注配间	06-06 09：00	间注配比0.6，欠水100m3	来水压力0.6，增开2#泵	接警
4	注配间	2-2注配间	06-06 09：00	间注配比1.4，供余100m3	来水压力0.4，1#泵运行频率调整为25Hz	接警
5	水井	15W2-26-28	06-06 09：00	注配比0.6，水井欠注	设定注水量由2.6m3上调0.3m3	接警
6	水井	15W2-26-28	06-06 09：00	注配比1.4，水井超注	设定注水量由3m3下调0.2m3	接警

提高了精细化管理水平

经现场应用，系统准确率达95%以上，保证了“注好水、注够水、平稳注水”的要求。分层注水合格率由原来84%提高到92%，提高了8个百分点，年可减少产量递减1350吨。为油田的精准注水、精准开发提供了有力的技术支撑。

水井智能分注





该技术可以远程直接控制井下配水器，实现按需分层段注水。井组开发预警中的智能调配方案，直接推送到该平台内，实现精准调配，在水井方面，就实现了闭环管理，单井调水时间由原来的7小时缩短到0.5小时。

以油田3大单元、6个子系统的能耗及关键参数为监控对象，搭建能耗智能管控平台，实现能耗目标监控、机采能耗优化及措施管理等5大功能，满足各级能耗监控、优化管理的业务需求。

智能节能降耗

三大单元

- 采油单元
- 集输单元
- 注水单元

六个子系统

油井子系统

集油子系统

原油处理子系统

污水处理子系统

注水管网子系统

水井子系统

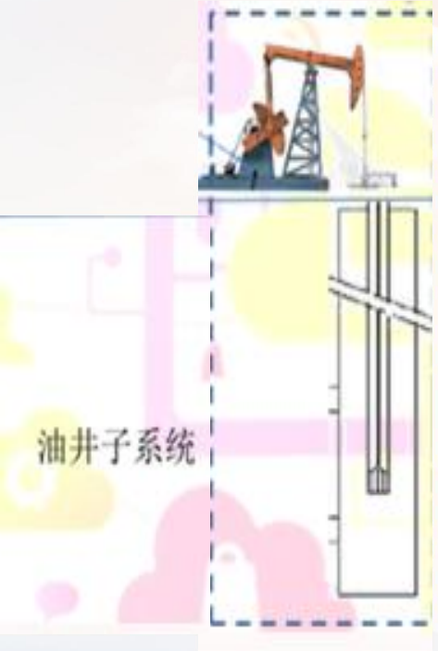
实现功能

- 能耗目标监控
- 机采能耗优化
- 集输能耗优化
- 注水能耗优化
- 措施管理

建立设备能耗自动对标预警、超标原因智能分析、运行方案协同优化、措施效果跟踪评价的闭环管理模式，实现“能耗计量至单台设备”、“方案优化延伸到地下”、“管理控制在基层站队” 的立体化管控体系。

智能节能降耗

能耗监控管理　　能耗管控措施管理

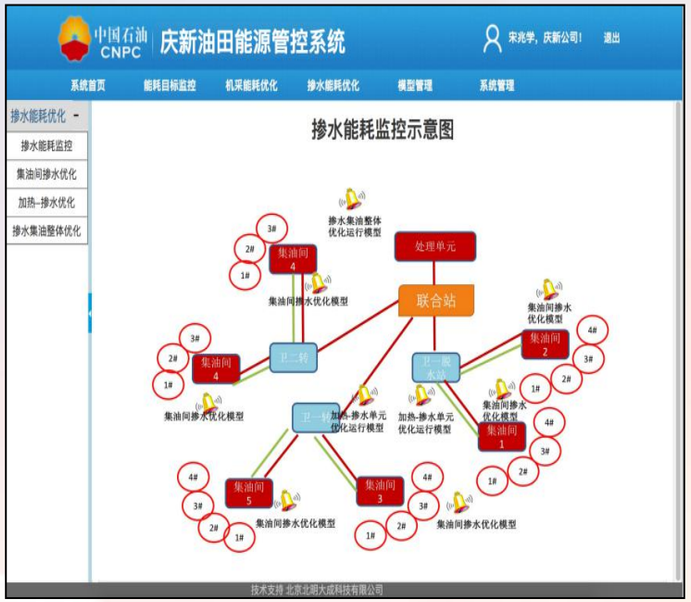


以单台设备能耗为切入点 → 按岗位需求进行能耗展示及管理 → 设定能耗阈值，生成最优设备匹配运行方案 → 审核后推送至生产指挥中心

任务下达：生产保障分公司 …… 采油作业区

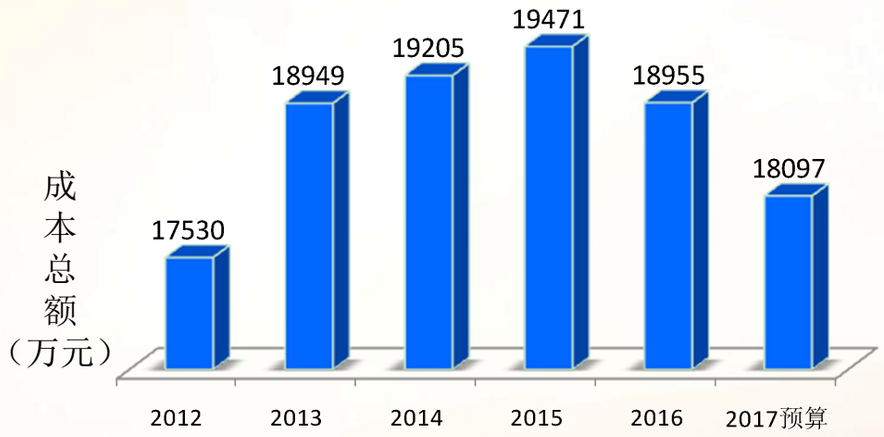
措施后反馈：采油作业区 → 以单台设备能耗为切入点

智能节能降耗



2011-2016年吨液耗电

2012年—2017年操作成本总额



依托数字油田的优势，节能管理做到“有管理、有控制、有对标”。年均节电400万千瓦时，节气200万方，不断为集团公司油气田企业能耗管控建设做出新的示范。

数字油田管理模式面临的挑战

1、油田地域分散，员工劳动强度大；

2、油田设备分布广，管理难度大；

3、数据量大，数据价值未能充分发挥；

4、数据分析依靠人工完成，效率不高；

5、精准管理、科学决策受到制约。

智能化提升解决的主要问题

1、劳动效率进一步提高；

2、实现各类设备的“准车间”管理；

3、连续数据流得到了深度挖掘和智能应用；

4、方案自动推送、效果自动跟踪为科学决策提供了依据；

5、实现了油田业务“一体化”的现代管理模式。

3 几点认识

第三章 几点认识

1、智能油田的建设是一项复杂的系统工程，应以解决传统油田诸多管理瓶颈为导向，需要管理学、系统学及其它多学科的深度融合；

2、智能油田建设是企业的创新变革，既有技术难关、又有改革阵痛，需要一种“工匠精神”，但最后一定是：“山重水复疑无路，柳暗花明又一村”；

3、数据管理及挖掘应用是智能油田建设的核心，其它一切工作都是围绕数据这个圆点在运转；

4、在原油价格持续低迷震荡，油田企业效益不乐观的背景下，智能油田建设是企业实现低成本运行管理的最有利抓手，是企业可持续发展的必要手段，必将产生巨大的经济效益和社会效益。

智能油田建设，
庆新人在路上！

智慧油田，是大庆油田提出
数字化建设的最高目标

为了这个
目标,我们

感谢您的观看