SAGD井下温压监测数据远程传输及应用系统建设

研究单位：新疆油田公司工程技术研究院

汇报人：张毅辉

2017年10月

内　　容

一、背景和目的

二、关键技术及创新点

三、先进性对比

四、推广应用情况

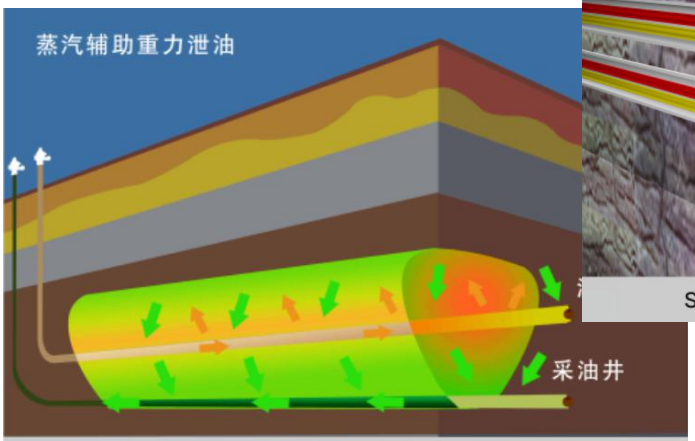
一、背景和目的

立项背景

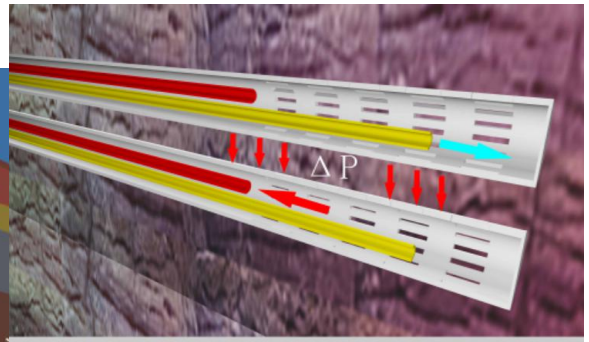
1、SAGD技术在风城油田超稠油开发中占主导地位

SAGD双水平井是一种将蒸汽从上方的注汽水平井注入油藏，被加热的原油和蒸汽冷凝液从下方的生产水平井产出的采油方法。

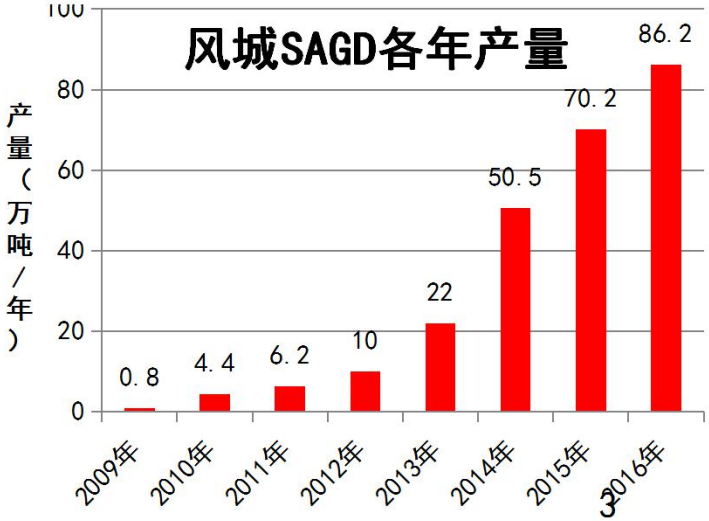
2008年进行SAGD先导试验，2012年进入工业化推广。目前，新疆油田SAGD推广应用至171对SAGD双水平井，占新疆油田公司风城作业区油田原油产量的贡献比重逐年增大。



双水平井SAGD开采原理示意图



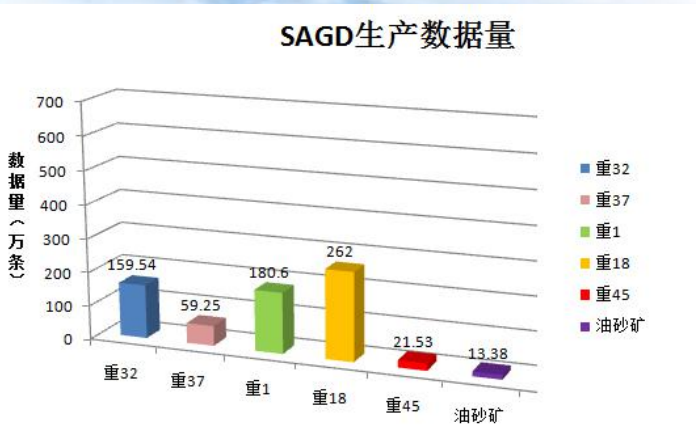
SAGD双管注采模式调控示意图



一、背景和目的

2、SAGD现场测试数据量大、分析难度大

SAGD开发数据涉及注采水平井井口数据、井下测试、观察井测试等多种类型数据，每天数据量达上万条。人工进行SAGD井注采比、SUBCOOL、动用程度等数据处理及分析工作量及难度巨大，且难以满足SAGD开发精细调控需求。**亟需一套实时动态数据分析软件系统。**



	重32	重37	重1	重18	重45	油砂矿	合计
数据量（万条）	159.54	59.25	180.6	262	21.53	13.38	696.3

井组	数据量（万条/年）
观察井	126
光纤井	17520

数据存储不合理

- 数据存储分散
- 数据存储格式不统一
- 海量数据无有效存储方式
- 数据缺乏统一管理

数据传输滞后

- 现场数据无法同步
- 远程传输设备缺乏
- 传输链路不可信
- 数据安全无保障

数据处理措施不足

- 缺乏一套SAGD井数据分析系统
- 缺乏有效的实时预警系统

管理手段落后

- 事后管理，不能实时调控
- 无法为管理者提供决策依据

一、背景和目的

SAGD井下温压监测数据远程传输及应用系统

数据传输

- 现场光纤测试数据传输
- 获取热电偶测温数据
- 访问A2系统数据库和井下作业数据库，获取生产动态数据和井基础数据、井措施数据。

数据存储、处理

对不同数据来源的数据进行分类存储，建立分区、索引，有效提高数据访问速度、增加分析准确率，加快系统响应速度。

数据应用

对数据进行清洗、过滤、汇总的基础上，对动态数据、测温数据进行统计分析，计算SUBCOOL值，分析汽窜情况、水平段动用程度等。

实时预警

可对测温数据异常、汽窜异常、SUBCOOL异常进行报警。并通过RTX实时推送至用户桌面。

管理调控

数据的传输、统计、分析、预警，可对生产管理实时调控，为科研人员提供预警及预见性维护；为管理人员提供决策依据。

根据SAGD开发特征及生产、技术需求，开发一套集数据传输、存储、统计、分析、预警等功能为一体的生产分析系统，对汽窜、SUBCOOL、井下温度等进行判断，提供可靠地数据支撑；为科研人员提供预警及预见性维护，提高油田工程设计人员和管理人员的工作效率

内　　容

一、背景和目的

二、关键技术及创新点

三、先进性对比

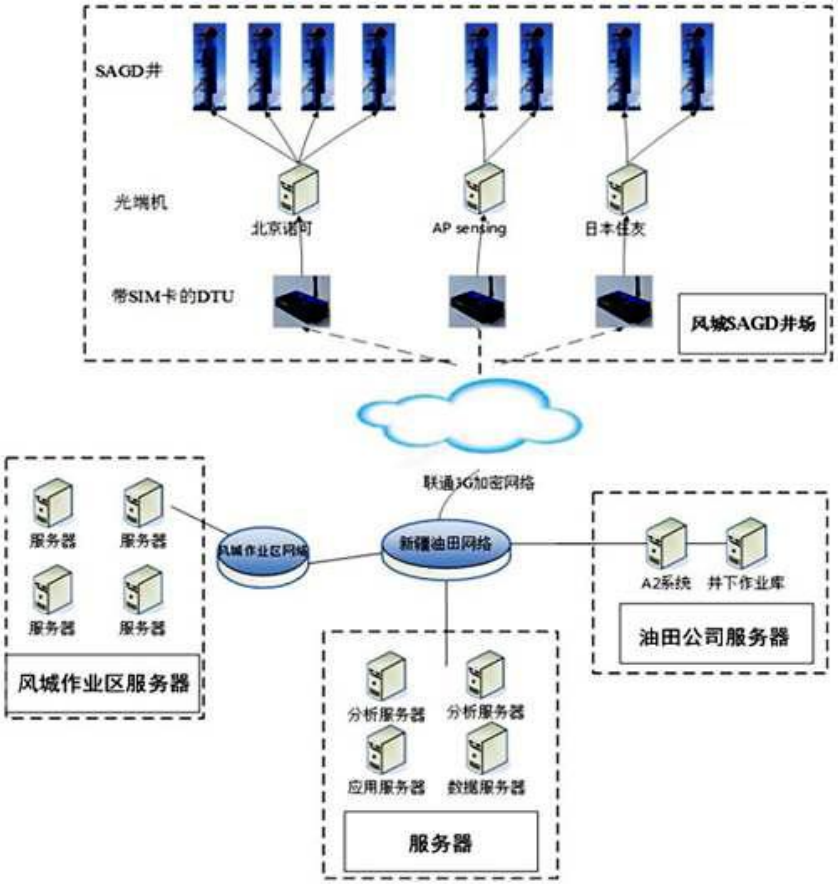
四、推广应用情况

二、关键技术及创新点

关键技术1：系统总体部署及框架设计

（1）系统部署

在新疆油田公司SAGD现场部署数据发送程序，对接油田作业区和公司数据服务器获取热电偶数据、井基础数据、井措施数据、日报数据等，通过新疆油田公司网络进行信息交互及数据传输数据。

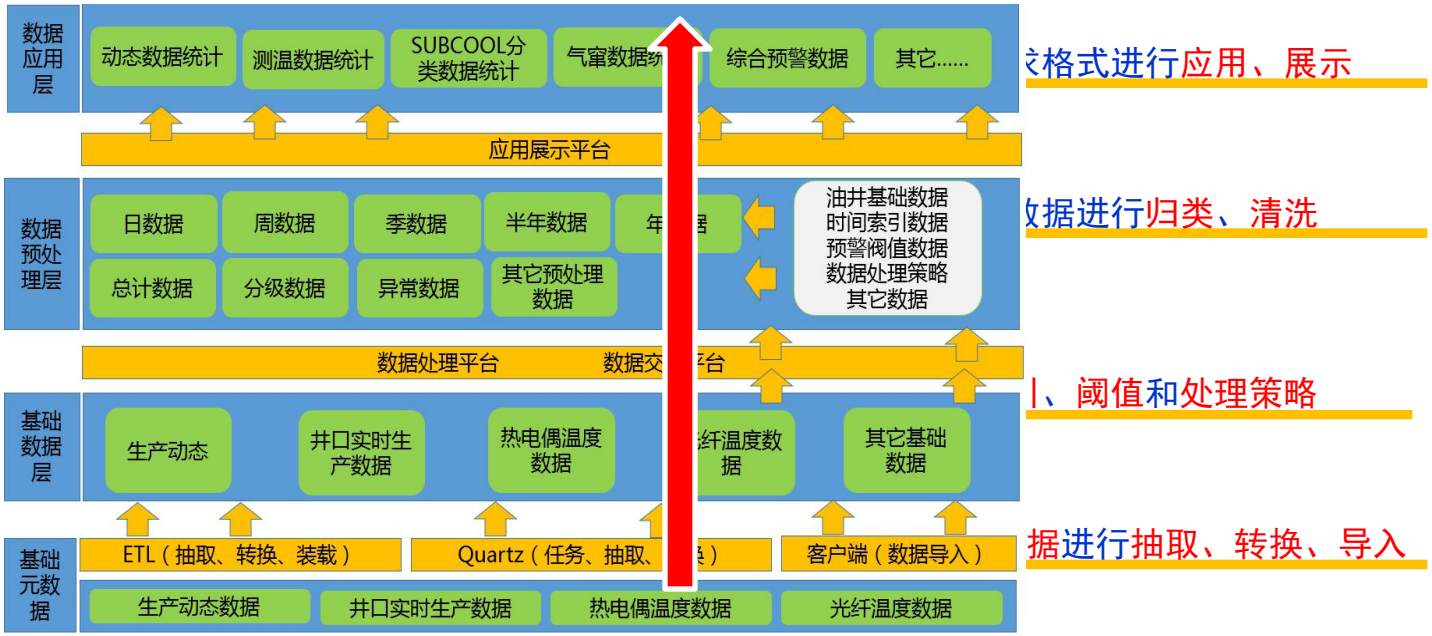


系统部署图

二、关键技术及创新点

（2）体系结构设计

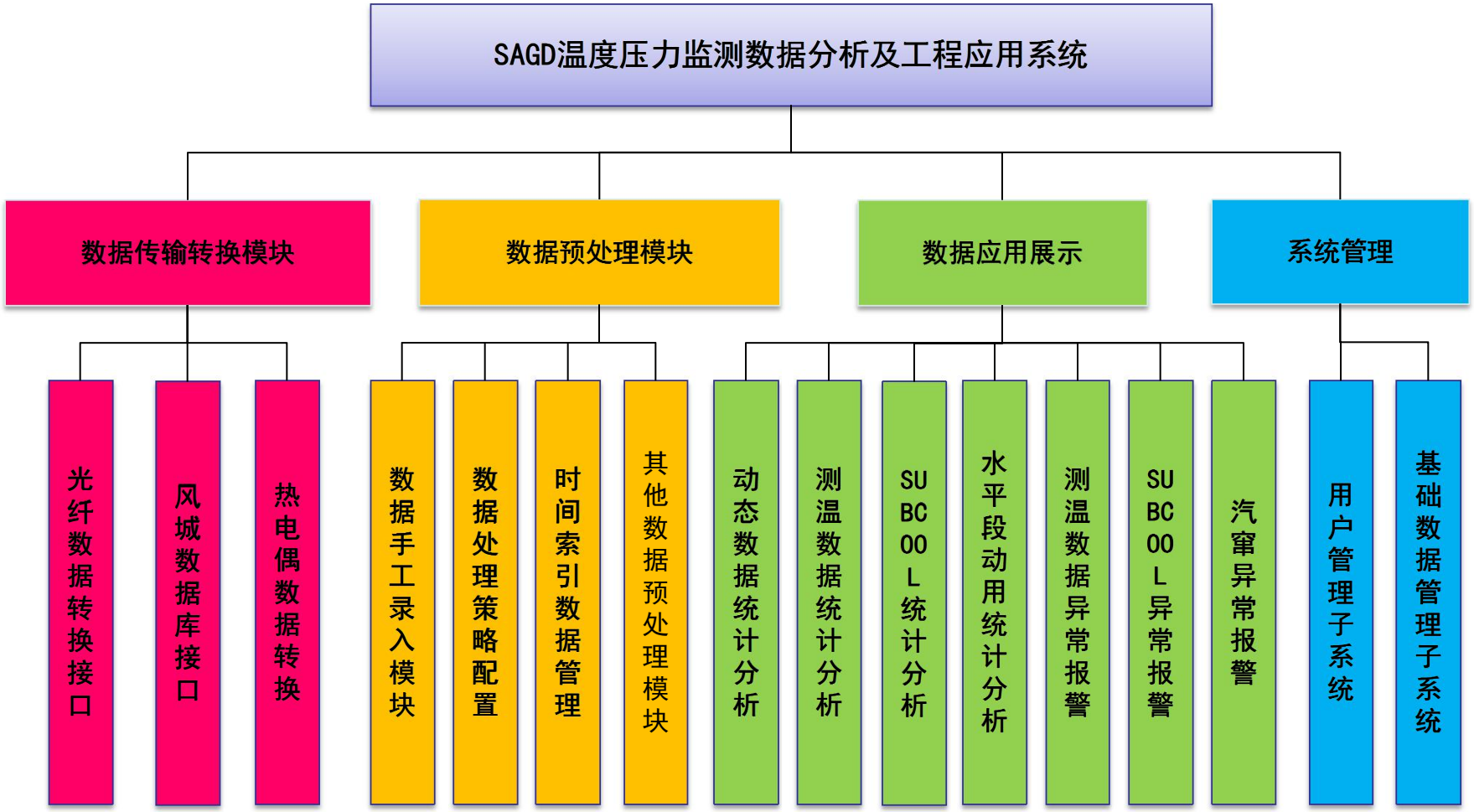
按照分层式体系结构把系统划分为四层，这四层自底向上分别为基础元数据层，基础数据层，数据预处理层，数据应用层。



系统架构图

二、关键技术及创新点

（3）功能框架设计



二、关键技术及创新点

关键技术2：SAGD数据传输技术

- 光纤测试数据：来自现场部署的三个厂家光端机，针对三个厂商的光端机研发了发送和接收程序，形成了统一数据标准。现场光端机连接3G DTU ，将光纤测试数据通过3G加密网络传输到数据服务器中。实时性高、安全性强、不占用办公网络资源。
- 日报数据、井基础数据：来自A2系统数据库，使用Web Service统一数据接口访问。采用此方式访问保证本系统与A2系统数据同步更新、提高了数据访问的便捷性和安全性。
- 热电偶数据：来自风城作业区数据库
- 井措施数据：来自井下作业库

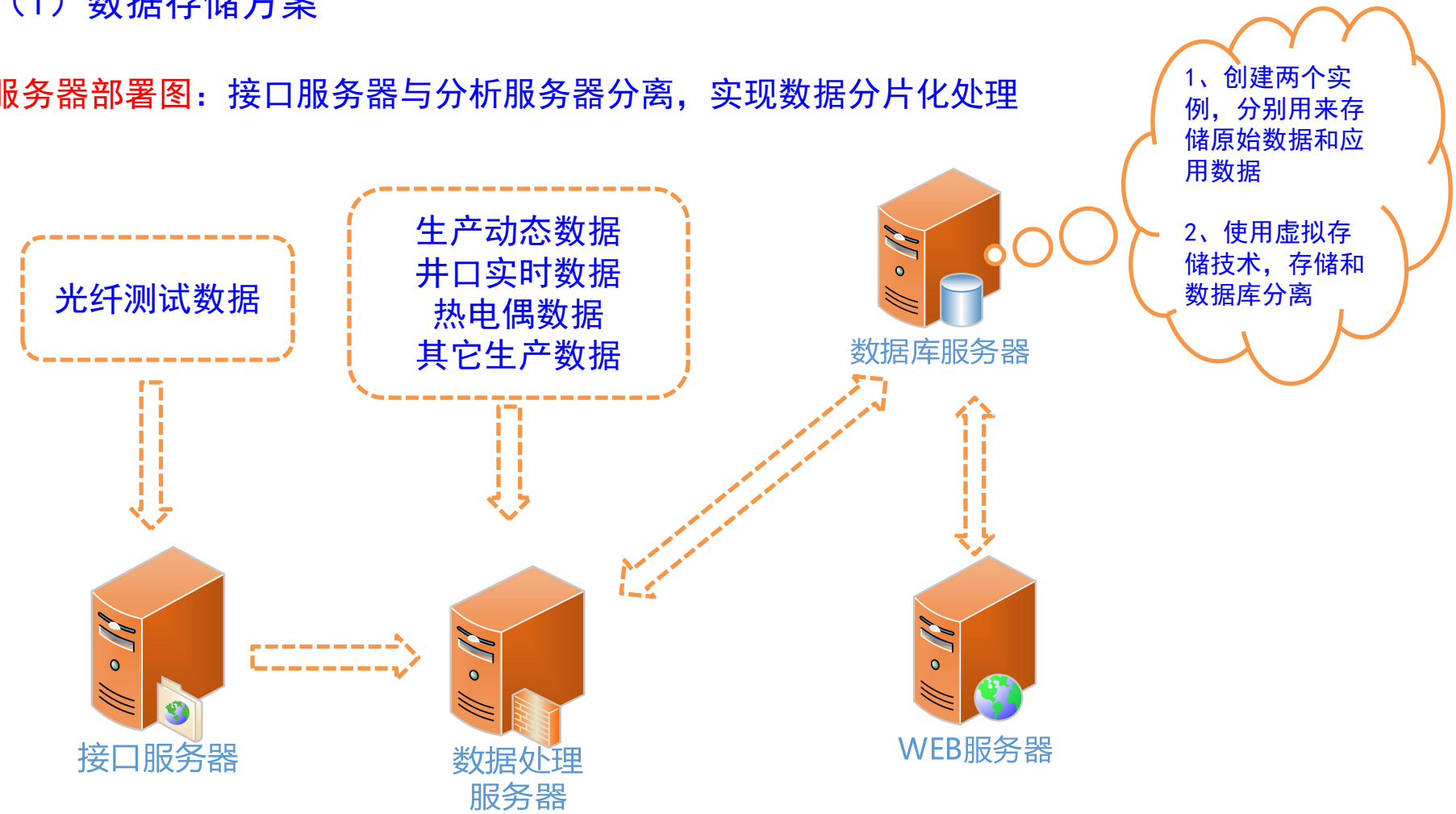
系统针对不同的数据来源，设计了不同的数据接口与数据传输链路，实现了工程专业领域综合数据的获取。

二、关键技术及创新点

关键技术3：数据存储及处理技术

（1）数据存储方案

服务器部署图：接口服务器与分析服务器分离，实现数据分片化处理



二、关键技术及创新点

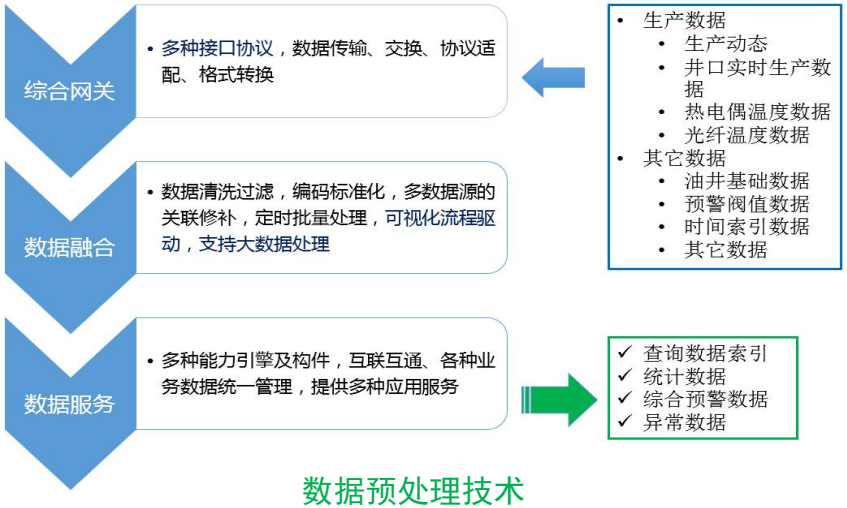
（2）数据处理技术

SAGD井数据格式繁杂，对系统数据存储、分析产生一定的难度。

系统对不同来源的数据进行了统一规范，建立了规范存储数据表结构，对原始数据进行清洗、过滤、规范、建立索引。统一规范存储的数据有利于后期数据分析的高效处理，保证了系统的稳定性和可扩展性。

本系统数据来源复杂，共有5大数据类型，七个数据来源。原始数据存在的问题：

- 不一致——各个数据来源的数据格式不统一
- 不完整——原始数据库提供的数据不完整且有重复数据
- 含噪声——数据中存在着错误或异常



数据预处理技术

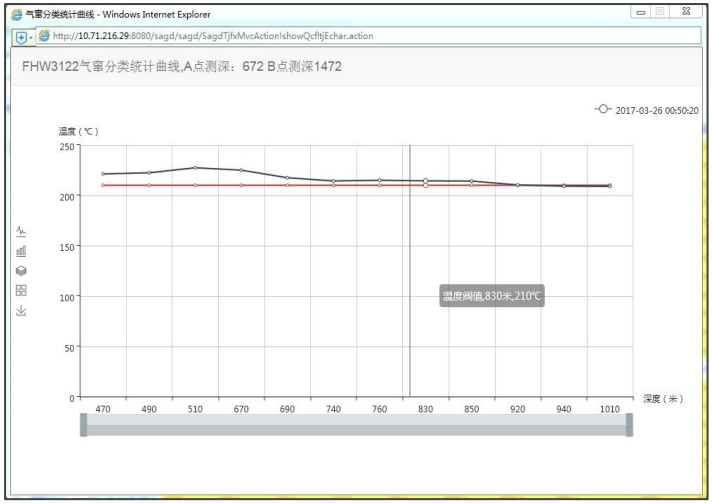
二、关键技术及创新点

关键技术4：SAGD测试数据动态统计分析及预警技术

（1）统计分析

根据SAGD井汽窜确定准则、subcool计算方法，动用程度分类依据，对单井井口注采、井下温压等大量生产数据进行自动分析计算，指导技术人员进行SAGD井生产动态精细调控。

◆ 汽窜分类统计：判断汽窜点位置，制定SAGD水平井控液工艺管柱下入位置，避免直接采出蒸汽的情况。用户选定井或井类型，并设定温度阀值，根据生产井井底压力和测温数据制定基准线（红线），在曲线图上显示汽窜情况及汽窜程度。

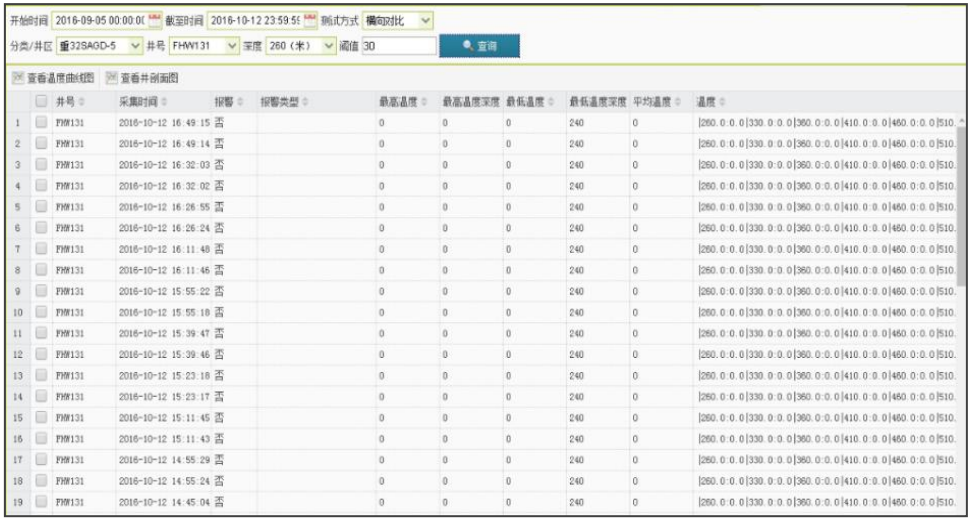


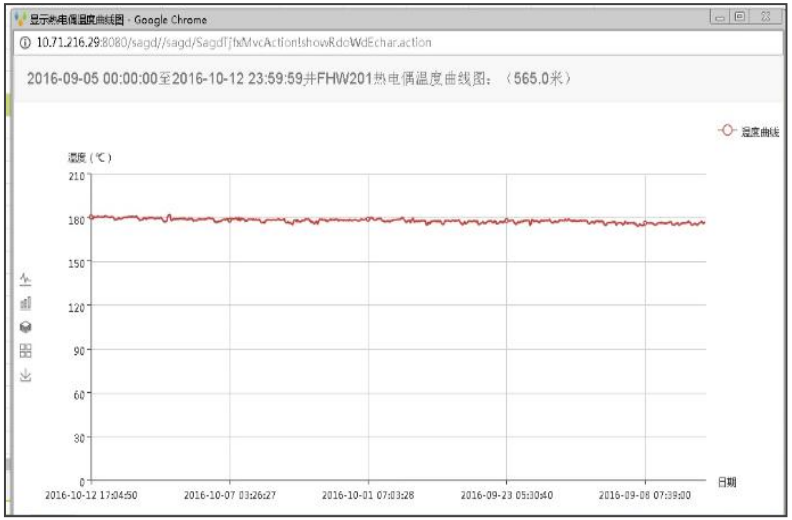
二、关键技术及创新点

关键技术4：SAGD测试数据动态统计分析及预警技术

（1）统计分析

◆ 测温数据统计：查询井下某一固定深度温度和时间关系图，并计算出最高温度、最高温度对应深度、最低温度、最低温度对应深度、平均温度、报警深度值。根据曲线数据，统计井底测温点的变化情况，以监测井组是否运行正常。



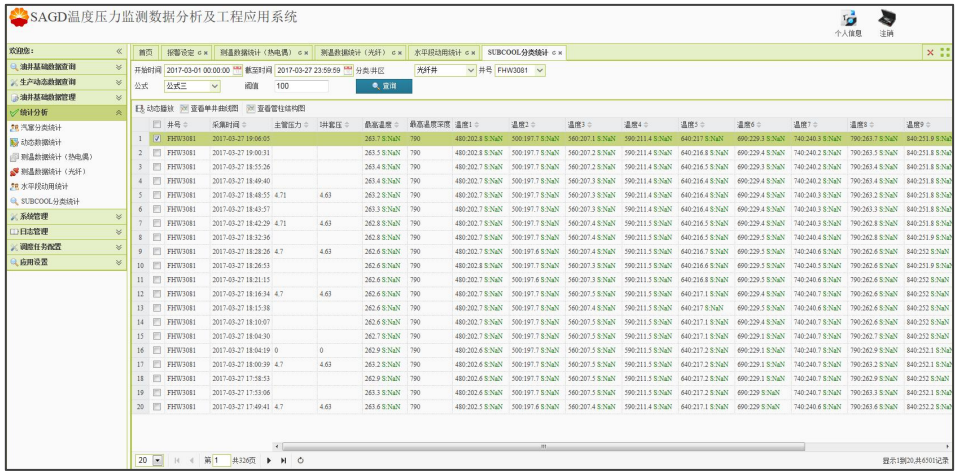


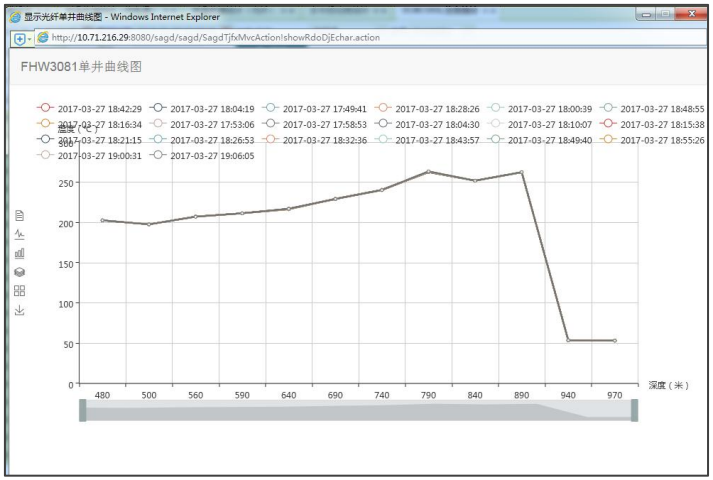
二、关键技术及创新点

关键技术4：SAGD测试数据动态统计分析及预警技术

（1）统计分析

◆SUBCOOL分类统计：通过3个SubCool计算公式，计算SAGD井SubCool值，形成曲线进行显示。根据subcool计算数据，实时统计分析各个井组的汽液界面状态，方便调整井组注采参数，精细控制。



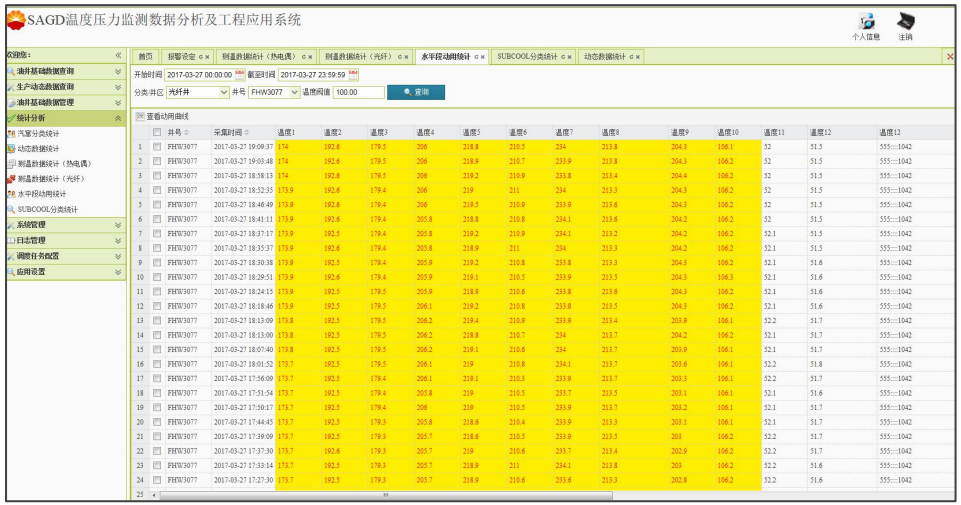


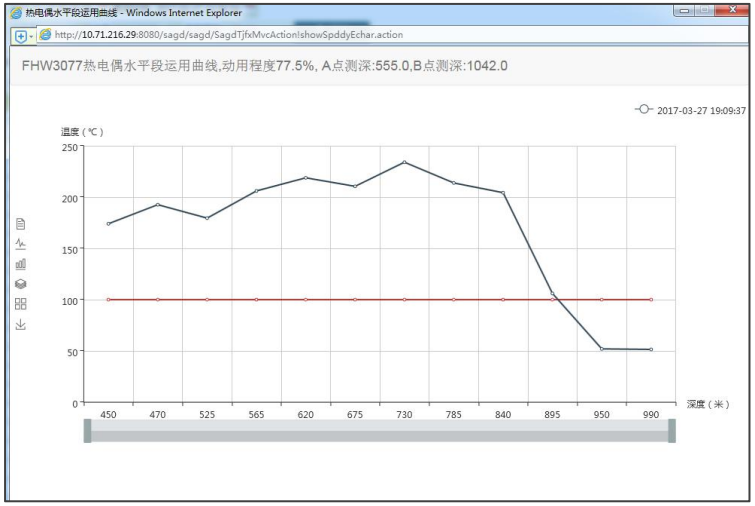
二、关键技术及创新点

关键技术4：SAGD测试数据动态统计分析及预警技术

（1）统计分析

◆水平段动用统计：通过动用程度计算公式，计算出水平段动用程度，并在井剖面图上进行显示。根据井底测温数据，判断水平段动用情况，在红色基准线上为动用，基准线下为不动用。方便用户统计生产效果分析数据。





二、关键技术及创新点

关键技术4：SAGD测试数据动态统计分析及预警技术

（1）统计分析

◆动态数据查询：查询并显示井日报数据，根据日报文档格式进行显示。

	日期	井号	生产时间（h）	生产井														
				主管							副管				生产套压（Mpa）	生产液量（t/d）	生产油量（
				泵径（mm）	冲程（m）	冲次（m）	油咀（mm）	油压（Mpa）	回压（Mpa）	温度（℃）	油咀（mm）	油压（Mpa）	回压（Mpa）	温度（℃）			
1	2016-12-14	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.72	0.55	185	0	0	0.55	0	4.26	89.1	26.73
2	2016-12-13	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.51	0.51	185	0	0	0.51	0	4.26	88.2	26.46
3	2016-12-12	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.65	0.5	184	0	0	0.5	0	4.26	89.6	26.88
4	2016-12-11	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.74	0.54	185	0	0	0.54	0	4.26	90.1	27.03
5	2016-12-10	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.69	0.51	184	0	0	0.51	0	4.2	90.6	27.18
6	2016-12-09	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.75	0.55	184	0	0	0.55	0	4.26	90	27
7	2016-12-08	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.71	0.54	184	0	0	0.54	0	4.25	89.6	26.88
8	2016-12-07	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.63	0.54	184	0	0	0.54	0	4.25	90.7	27.21
9	2016-12-06	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.63	0.51	181	0	0	0.51	0	4.26	91.8	27.54
10	2016-12-05	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.63	0.51	181	0	0	0.51	0	4.26	92.7	27.81
11	2016-12-04	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.7	0.54	181	0	0	0.54	0	4.26	91.6	27.48
12	2016-12-03	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.69	0.55	182	0	0	0.55	0	4.23	92.6	27.78
13	2016-12-02	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.65	0.54	181	0	0	0.54	0	4.24	91.1	27.33
14	2016-12-01	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.67	0.55	182	0	0	0.55	0	4.26	91.1	27.33
15	2016-11-30	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.65	0.67	181	0	0	0.67	0	4.2	91.1	27.33
16	2016-11-28	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.6	0.52	183	0	0	0.52	0	4.23	91.1	27.33
17	2016-11-27	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.59	0.53	184	0	0	0.53	0	4.23	97.6	29.28
18	2016-11-26	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.46	0.55	182	0	0	0.55	0	4.21	95.8	28.74
19	2016-11-25	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.51	0.5	183	0	0	0.5	0	4.2	93	27.9
20	2016-11-24	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.59	0.5	182	0	0	0.5	0	4.2	93	27.9
21	2016-11-23	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.6	0.5	183	0	0	0.5	0	4.21	95	28.5
22	2016-11-22	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.43	0.51	182	0	0	0.51	0	4.21	101.4	30.42
23	2016-11-21	FHW335	24	95	8	0.5	9	1.43	0.52	181	0	0	0.52	0	4.22	94.4	28.32

二、关键技术及创新点

（2）综合预警

系统支持3大类9小类报警功能，可针对具体的井进行报警设定。包括：测温报警、SUBCOOL报警及井下汽窜报警。根据报警设定条件，对实时测温测压数据进行报警并记录日志。通过井网平面图可查看报警位置。

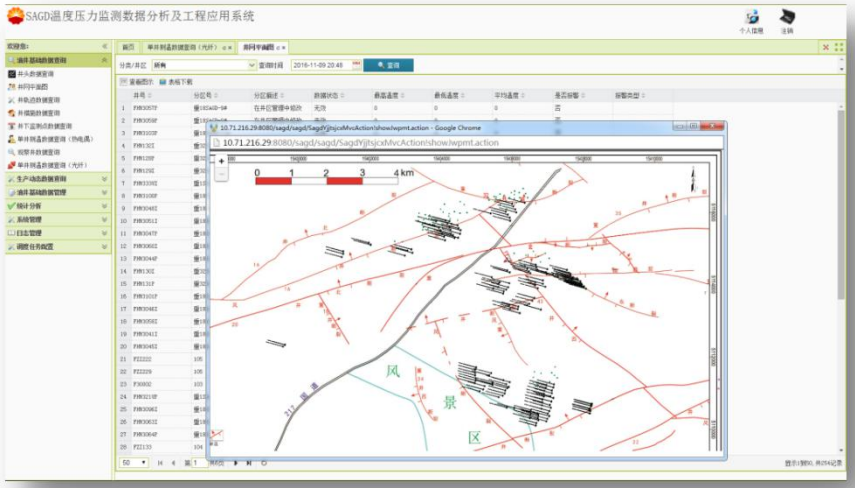
	报警类别	报警RTX号	报警阈值	备注	应用范围
1	采油温度高于注汽井口温度报警		150	①生产过程中，温度高于井口注汽温度（调研）的；	所有井
2	光纤温度热电偶温度差报警		2	②光纤温度与热电偶温度相差（系统设定）某温度值的	F200VP,F30001,F207VP,F30000
3	采油温度历史温度异常报警		20	③采油时（调研），和（系统设定）阶段历史温度对比，波动大于（系统设定）±20℃的；	FHW3122,FHW3123
4	注汽时相邻点温差报警		30	注汽时（调研），与邻点对比，波动大于（系统设定）±5℃的	FHW3123,FHW3122
5	注汽温度过高报警		280	注汽时，温度大于（系统设定）280℃	所有井
6	注汽时注汽温度比油井温度低报警		10	注汽时，注汽温度比油井温度（调研）低于（系统设定）某值的。计算时，热电偶数据使用单点计算，光纤数据密度大，采用井段数据对比判断变化量。（调研）	FHW3059,FHW333U,FHW3047,FHW3100,FZI105,FZI109,FZI138,FZI143,FZI141
7	气窜（生产井出液高于系统设定）		180	井下汽窜报警（未完成） 井下汽窜判断方法。①生产井的出液温度（调研	FHW3059,FHW333U,FHW3047,FHW3100,FZI105,FZI109,FZI138,FZI143,FZI141
8	气窜 生产井的出液温度连续（系统设定）		180	生产井的出液温度连续（系统设定）几天高于（系统设定）某值的；	FHW3059,FHW333U,FHW3047,FHW3100,FZI105,FZI109,FZI138,FZI143,FZI141
9	气窜 SUBCOOL值小于（系统设定）值的；		60	SUBCOOL值小于（系统设定）某值的；	FHW3059,FHW333U,FHW3047,FHW3100,FZI105,FZI109,FZI138,FZI143,FZI141

报警设定界面

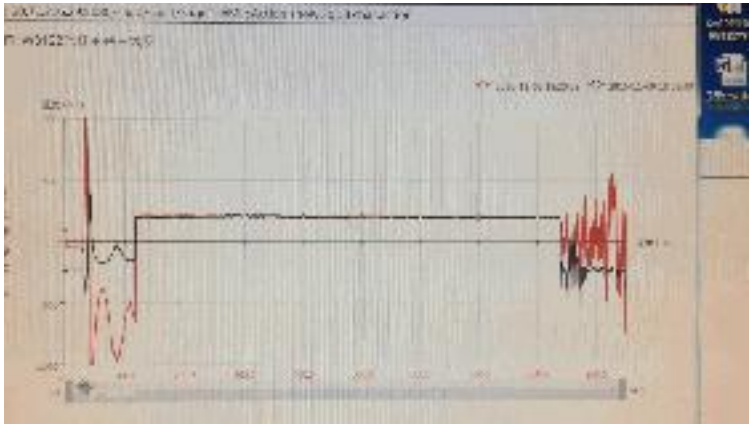
二、关键技术及创新点——关键技术

关键技术4：富互联网应用（RIA - Rich Internet Application）AJAX技术

AJAX是一种用于创建快速动态页面技术，实现了请求的异步处理，保证客户端图表无需刷新直接显示。



井网平面图

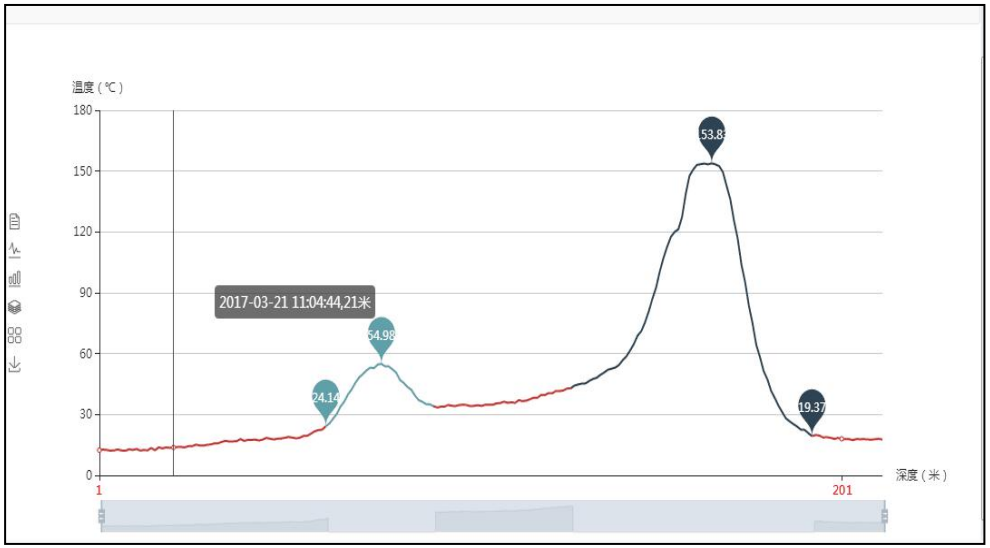


光纤单井曲线图

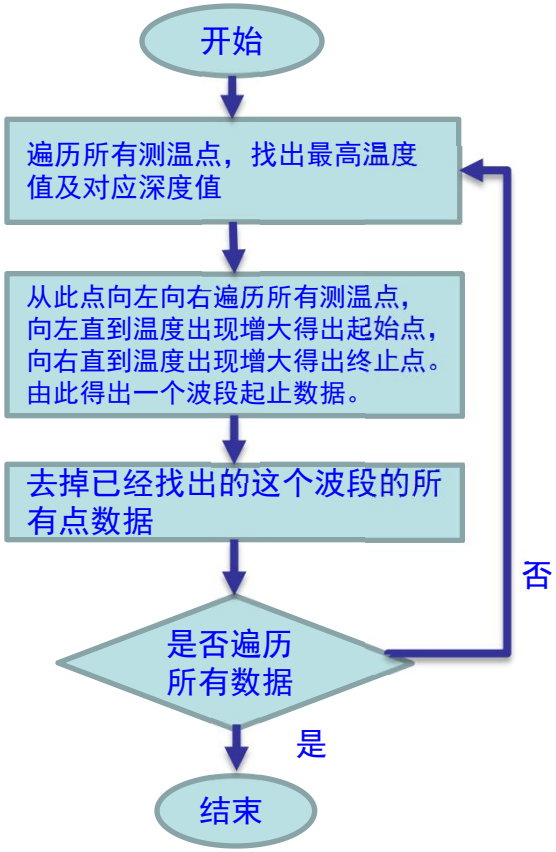
该技术应用于系统的页面查询及曲线动态播放，实现了网页异步更新，在不重新加载整个页面的情况下，对网页的某部分进行更新，用户就像使用本地软件一样流畅，而且不需安装客户端和ActiveX控件。

二、关键技术及创新点

创新点1：建立分布式测温数据峰值智能识别算法，快速准确识别大量信号的多个峰值、波峰波谷、起点终点以及峰值的偏移变化趋势，能够分析水平段高温段、低温段分布状况，判断生产调控及工艺措施的有效性，用以及时进行生产调控或采取相应措施。

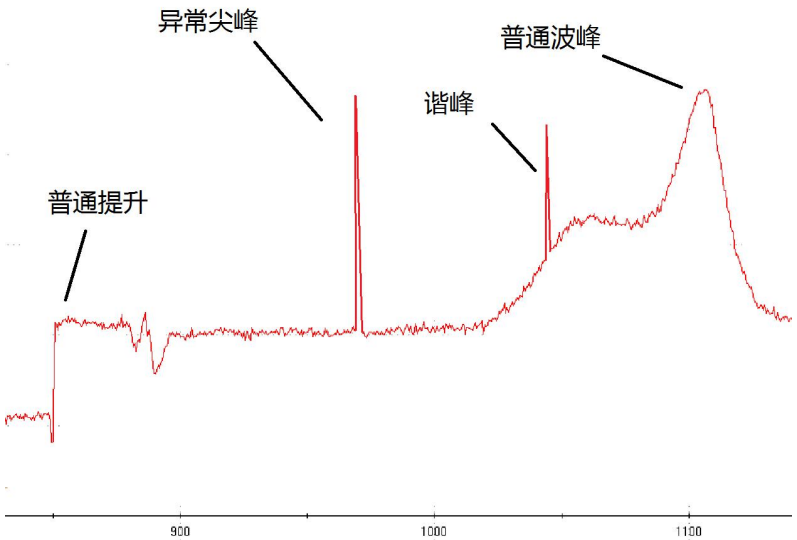


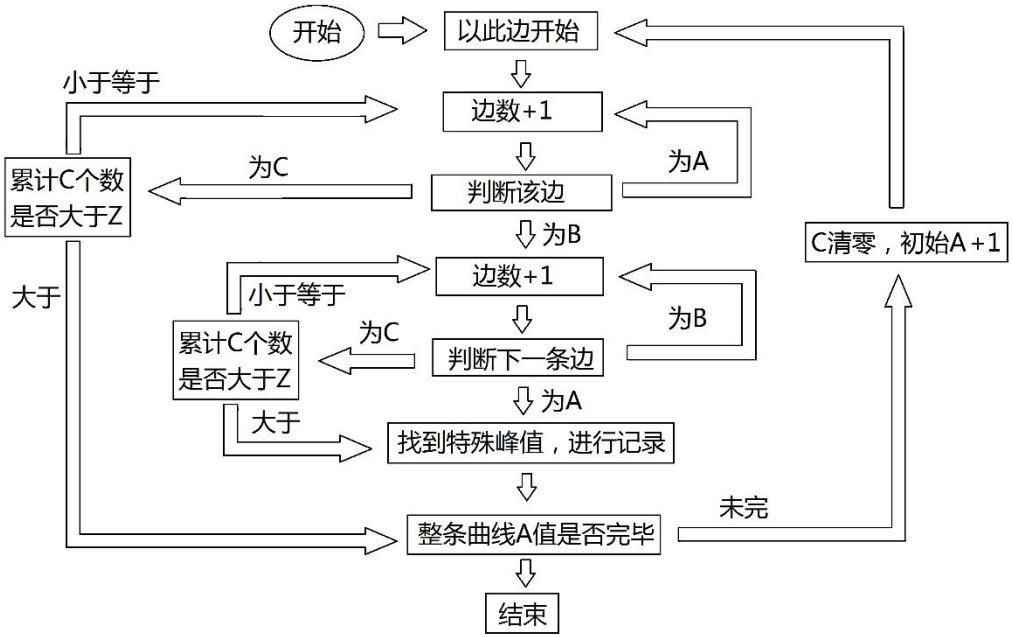
单井曲线图



二、关键技术及创新点

创新点2：开发智能尖峰预警分析功能，通过幅值差，使用每条曲线的斜率判别，容忍值判别及陡边逻辑计算，根据尖峰所占整体曲线的百分比判别是否有效，最终使用连线法消除异常尖峰。峰值算法获得了曲线的整体特性，将尖峰发生的情况向科研人员报警，及时进行现场处理。





二、关键技术及创新点

创新点3：建立SAGD综合信息管理系统，开发SAGD生产数据统计、分析、生产异常报警等功能模块，形成SAGD井综合数据采集、传输、分析一体化生产管理模式，并应用于SAGD生产调控中，降低科研人员分析劳动强度及提高生产管理自动化水平。

内　　容

一、背景和目的

二、关键技术及创新点

三、先进性对比

四、推广应用情况

三、先进性对比

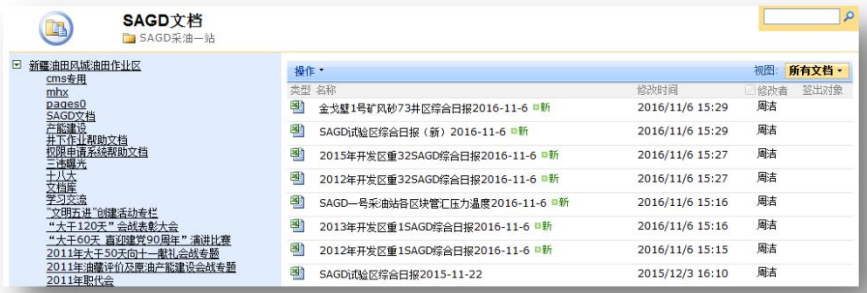
1、光纤测试数据采集传输效率

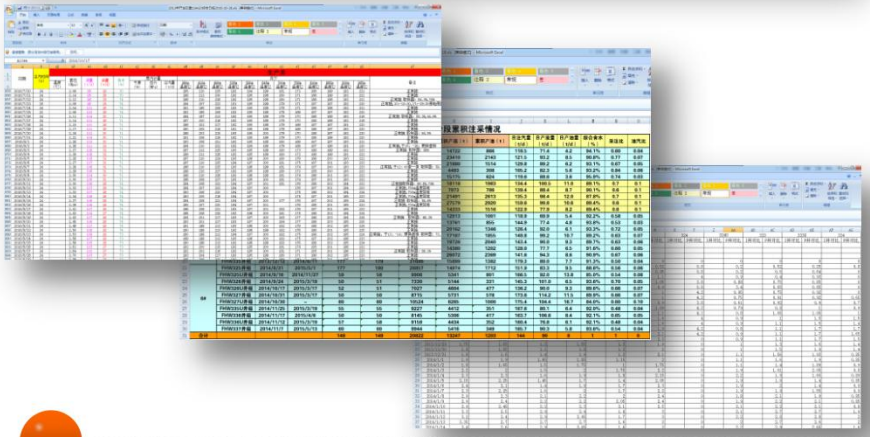
系统使用后，科研人员只需进入系统，即可获取所有光纤测温测压数据。

系统建设前，科研人员平均每半个月到现场采集一次光纤测试数据，路途远、耗时长、效率低、实时性差。

三、先进性对比

2、SAGD井数据分析预警能力



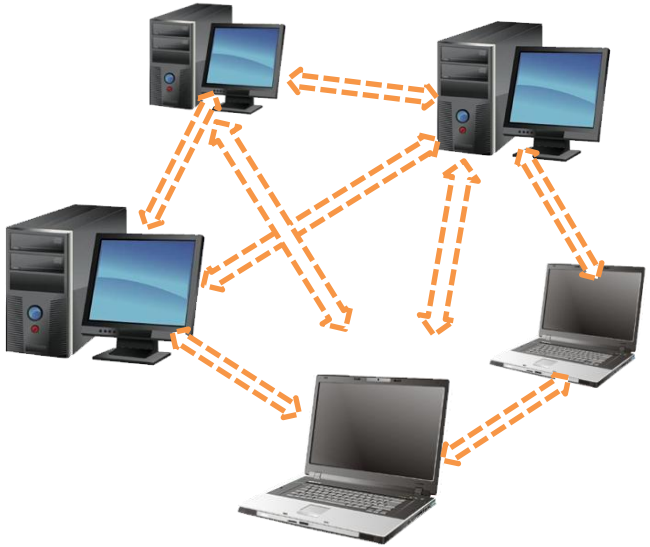


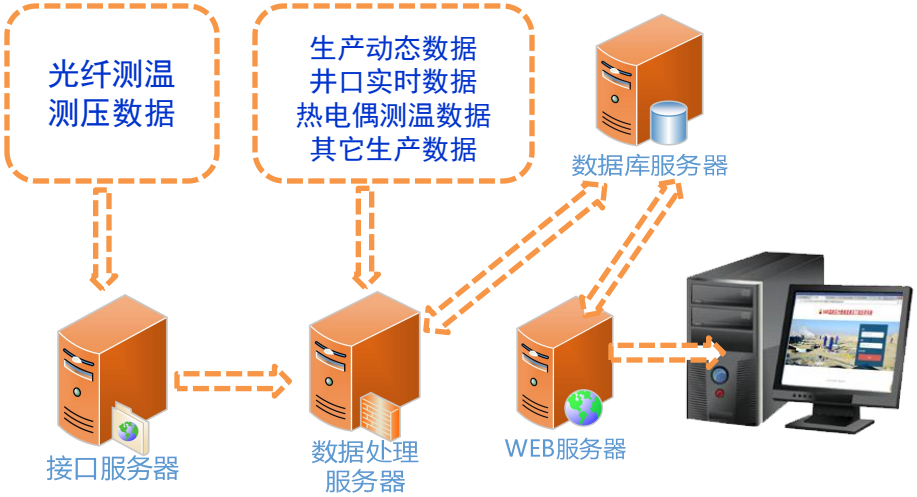
系统建设前，科研人员只能通过EXCEL表对SAGD井测温测压数据进行统计分析。分析后，再判断是否发生报警。这种工作方式的效率低、准确率低 、安全性低。

系统使用后，利用系统实现数据分析自动化、预警自动化，有效提高科研工作效率，报警准确率达90%。

三、先进性对比

3、SAGD井数据存储方式





系统建设前，SAGD井的所有数据分散存储，且数据格式不统一。导致了数据共享程度低，安全性差，查找困难等问题。

建立统一数据格式，对数据进行清洗过滤，存储至数据库服务器中，用户通过浏览器即可查找出所需SAGD井相关数据。

内　　容

一、背景和目的

二、关键技术及创新点

三、先进性对比

四、推广应用情况

四、推广应用情况

针对新疆油田公司风城SAGD开发，建立一套综合资料数据库，采集井组实时生产测试数据。目前，系统已覆盖新疆油田所有SAGD井。

- 光纤测试数据及热电偶数据平均10分钟获取一次。目前，光纤数据已传输366263条。
- 提高井下汽液界面分析的实时性，有利于措施的及时制定，使风城SAGD开发区汽窜发生的频次降低18.5%，水平段动用程度提高约1.6%，subcool控制更加接近合理范围10~30℃。
- 完成现场数据高效存储及访问，系统响应迅速，生产数据查询＜3秒；温度数据查询＜3秒；图表查询＜6秒；报警准确率＞90%

四、推广应用情况

1、实现数据采集传输自动化：实现了SAGD井监测数据传输自动化，使SAGD井光纤数据从生产现场实时传输到办公桌面

2、实现报警自动化：对SAGD异常温度和压力进行自动报警

3、实现数据集中存储与管理。

随着新疆油田公司工程院的压裂测试、蒸汽吞吐井测试等移动式测试需求的增加，本系统可为今后更多工程应用系统的研发探索出了一套方法，为更好的进行现场调控、信息共享做出重要贡献。

汇报完毕

谢谢！