

立足生产、创新实践 全面建设油气生产物联网



青海油田公司

2017年10月

一

油田概况

二

建设成果

三

运维管理

四

下步工作计划及建议

1、地理位置

青海油田是我国最早开发的油田之一。地处青藏高原，位于青海省西北部的柴达木盆地，油田工作区平均海拔高度2700 - 3000米，是全国陆上油气勘探的重要地区。也是全国乃至全世界自然条件最艰苦的油田。



2、环境特点

主要环境特点

地处偏远，社会依托差

地貌戈壁、沙漠、盐泽为主

高海拔，含氧量低

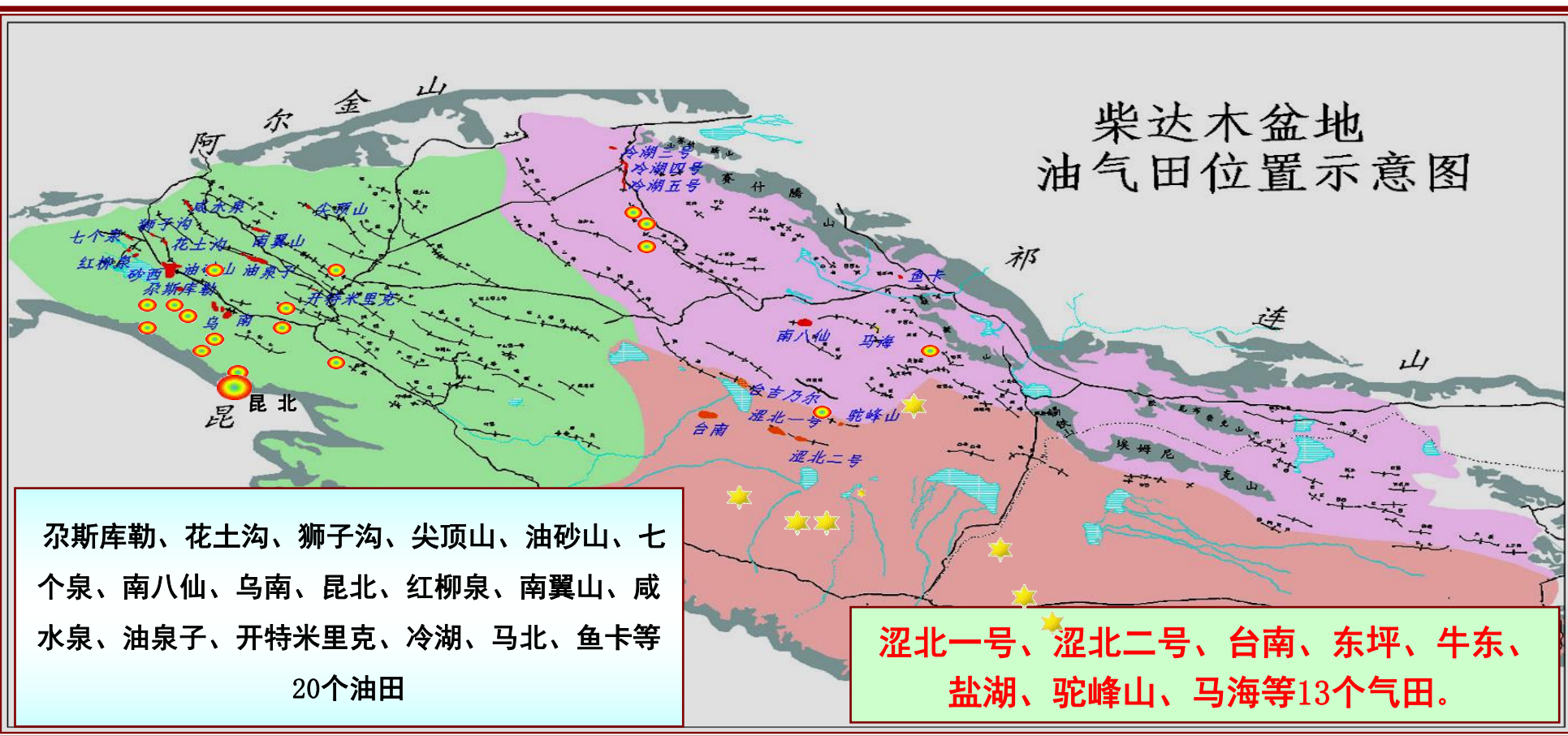
点多、面广、资源量分散

风沙大、昼夜温差高



3、油气田分布

可供勘探的区域达**9.6万**平方千米，第四次资源评价常规石油资源量**xx亿吨**、致密油资源量**xx亿吨**，天然气**xx万亿方**。截止2016年底，在盆地内找到不同圈闭、多种储集类型的油气田**33**个，其中：油田**20**个、气田**13**个。



4、矿区服务

建成花土沟原油生产基地、涩北天然气生产基地、格尔木炼油化工基地、敦煌教育生活科研基地，主要担负社会保障、社区管理、教育培训、医疗卫生、新闻报道、离退休管理等。



一

油田概况

二

需求及目标

三

建设成果

四

效益分析

1、油田数字化建设需求

- 当前石油行业面临的油气勘探开发与生产业务挑战日益增大，需要应用物联网等技术应对不断变化的业务需求与挑战。

业务挑战

油气勘探开发难度日益增大

- 非常规油气资源

油气生产成本逐年增加

- 管理成本、维护成本、设备成本

经验丰富的技术人员短缺

- 新老交替，生产一线用工紧张

安全环保要求日渐严苛

- 安全稳定生产，减少事故发生

上游物联网系统建设的机遇

数字模拟分析、提高精度

- 开展数字油藏、数字盆地、数字井筒建设

数字建设、降本增效

- 开展数字化场站建设，提高生产效率与设备利用率

前端自控、集中管控

- 压缩管理层级，减少一线用工总量

智能诊断、预测预警

- 安全动态实时监控，风险预判，早期预警

1、油田数字化建设需求

□ 中国石油领导层对物联网技术高度重视

- 集团公司管理层高度关注物联网技术的应用，对已有数字化建设予以肯定；
- 信息管理部、勘探与生产分公司围绕上游生产物联网建设开展了如油气田生产现场调研、与国际油公司交流研讨等工作；
- “油气生产物联网系统（A11）”已被集团公司列为“十二五”信息技术总体规划重点建设的三大标志性工程之一。

A 勘探开发与 管道项目	B 炼油化工与 销售项目	C 服务支持与 金融项目	D ERP项目		E 综合管理 项目	F 基础设施 项目		G 组织与保障 项目
A1.勘探与生产技术数据管理系统	B1.炼油与化工运行系统	C1.电子采购系统(物资采购管理信息系统)	D1.ERP系统用户管理平台	D11.工程建设ERP系统	E1.健康安全环保系统	F1.广域网改进	F9.灾难恢复系统建设	G1.信息部门职能建设
A2.油气水井生产数据管理系统	B2.炼化物料优化与排产系统	C2.金融业务系统	D2.勘探与生产ERP系统	D12.人力资源管理系统	E2.应急管理系统	F2.局域网改进	F10.软硬件标准化建设	G2.信息技术标准制定
A3.管道生产管理	B3.客户与业务服务中心系统	C3.贸易管理系统	D3.天然气与管道ERP系统	D13.油气田应用集成系统	E3.企业信息门户系统	F3.因特网接入改进	F11.即使通讯系统建设	G3.信息技术培训
A4.地理信息系统	B4.加油站管理系统	C4.矿区服务系统	D4.炼油与化工ERP系统	D14.天然气与管道应用集成系统	E4.数据仓库系统	F4.数据中心建设	F12.云技术平台建设	G4.帮助热线建设
A5.采油与地面工程运行管理系统	B5.先进控制与优化应用系统	C5.物流管理系统	D5.销售ERP系统	D15.炼油与化工应用集成系统	E5.办公管理系统	F5.企业信息系统管理	F13.网络安全域建设	G5.信息技术支持中心建设
A6.数字盆地系统	B6.油品调合系统	C6.发电供电信息系统	D6.总部ERP系统	D16.销售应用集成系统	E6.档案管理系统	F6.电子邮件服务改进	F14.信息安全运行中心建设	G6.信息技术专家中心建设
A7.工程技术生产运行管理系统	B7.流程模拟与仿真培训系统	C7.工程项目管理系统	D7.工程技术ERP系统	D17.工程技术应用集成系统	E7.节能节水管理系统	F7.视频会议系统改进	F15.信息内容审计平台建设	
A8.勘探与生产调度指挥系统		C8.装备制造设计与生产管理系统	D8.装备制造ERP系统	D18.装备制造应用集成系统		F8.信息安全体系建设	F16.办公专网建设	
A9.管道完整性管理系统			D9.海外勘探开发ERP系统	D19.海外勘探开发应用集成系统				
A10.天然气销售系统			D10.油田服务ERP系统	D20.工程建设应用集成系统				
A11.油气生产物联网								
A12.工程技术物联网								

A11油气生产物联网系统

提升完善项目

持续建设项目

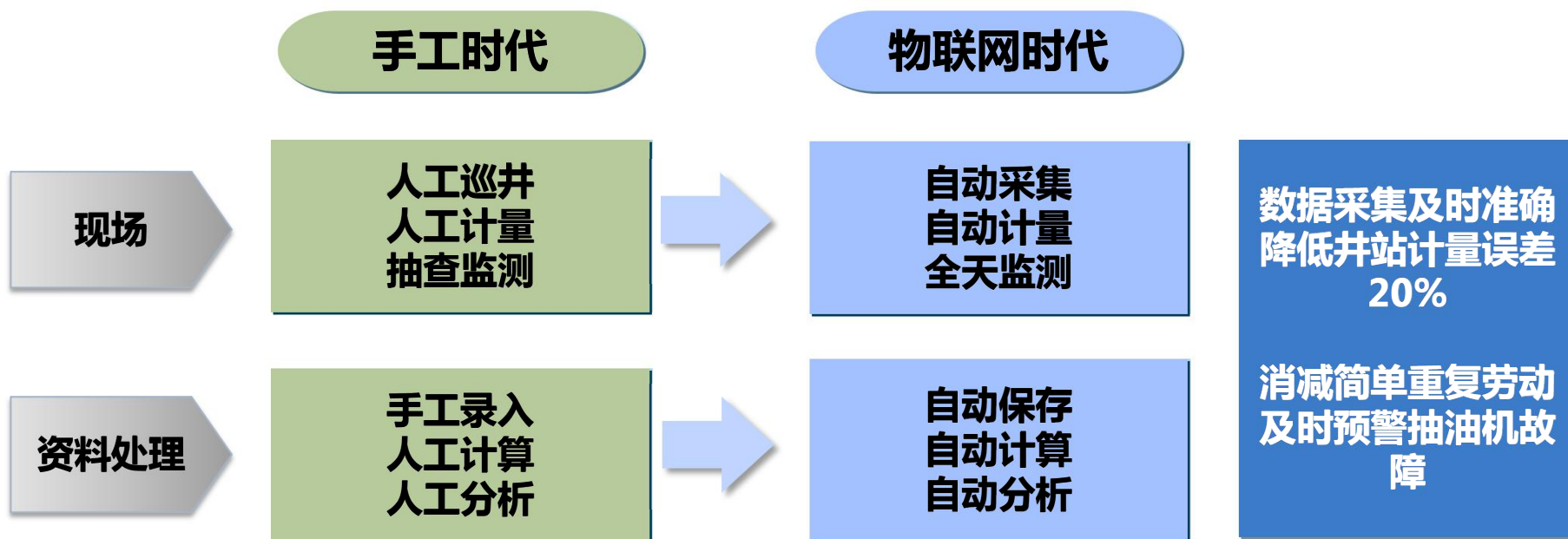
新增项目

其它项目

1、油田数字化建设需求

油气生产物联网是提高油田生产管理水平的高效手段

- 可及时发现生产异常，摸清油气井生产规律，制定科学合理的生产措施，优化油田开发方案，减少管理层级，实现精细化管理。
- 减少简单重复劳动，替代人工值守，节约劳动成本，减少员工在高寒、风沙等恶劣环境下的工作。
- 缩短生产数据采集周期、提高工作效率，及时发现和处理生产中异常情况。



2、建设的必要性

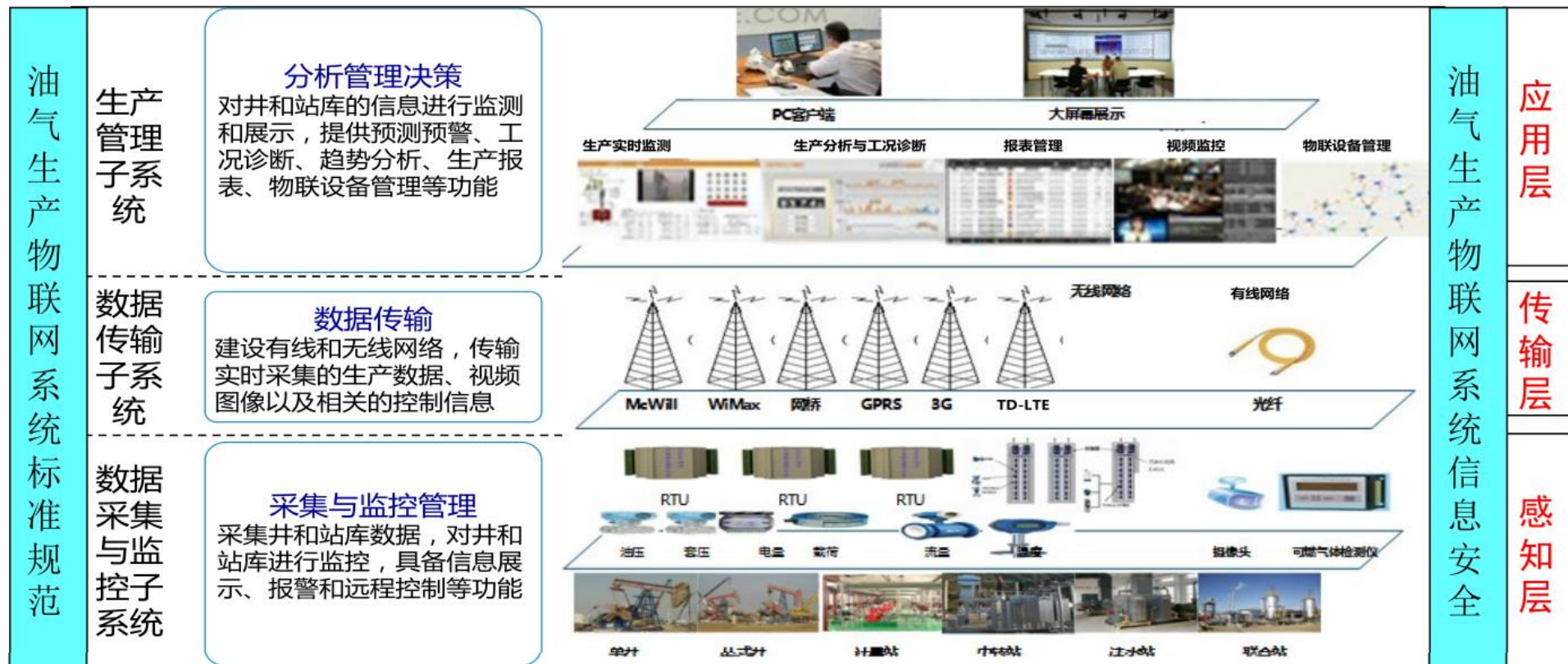
由于青海油田的地域特征，社会依托条件差，管理难度大、企业成本高，工作环境艰苦。为了降低企业成本、完善企业管理、提高企业在行业的竞争力，必须开展数字化建设，实现关键生产数据的集中监控，减少岗位工人日常巡检的工作强度，提高站场运行安全性。建立全油田统一的生产管理、综合研究的数字化管理平台，实现“同一平台、信息共享、多级监视、分散控制”，达到强化安全、过程监控、节约人力资源和提高效益的目标。

3、建设目标

利用物联网技术，建立覆盖全公司油气井区、计量间、集输站、联合站、处理厂的规范、统一的数据管控平台，实现生产数据实时采集、分析、诊断、计量、监控、远程控制的大闭环系统。达到强化安全管理、突出过程监控、优化管理模式，以实现优化组织结构、提高效益的目标。

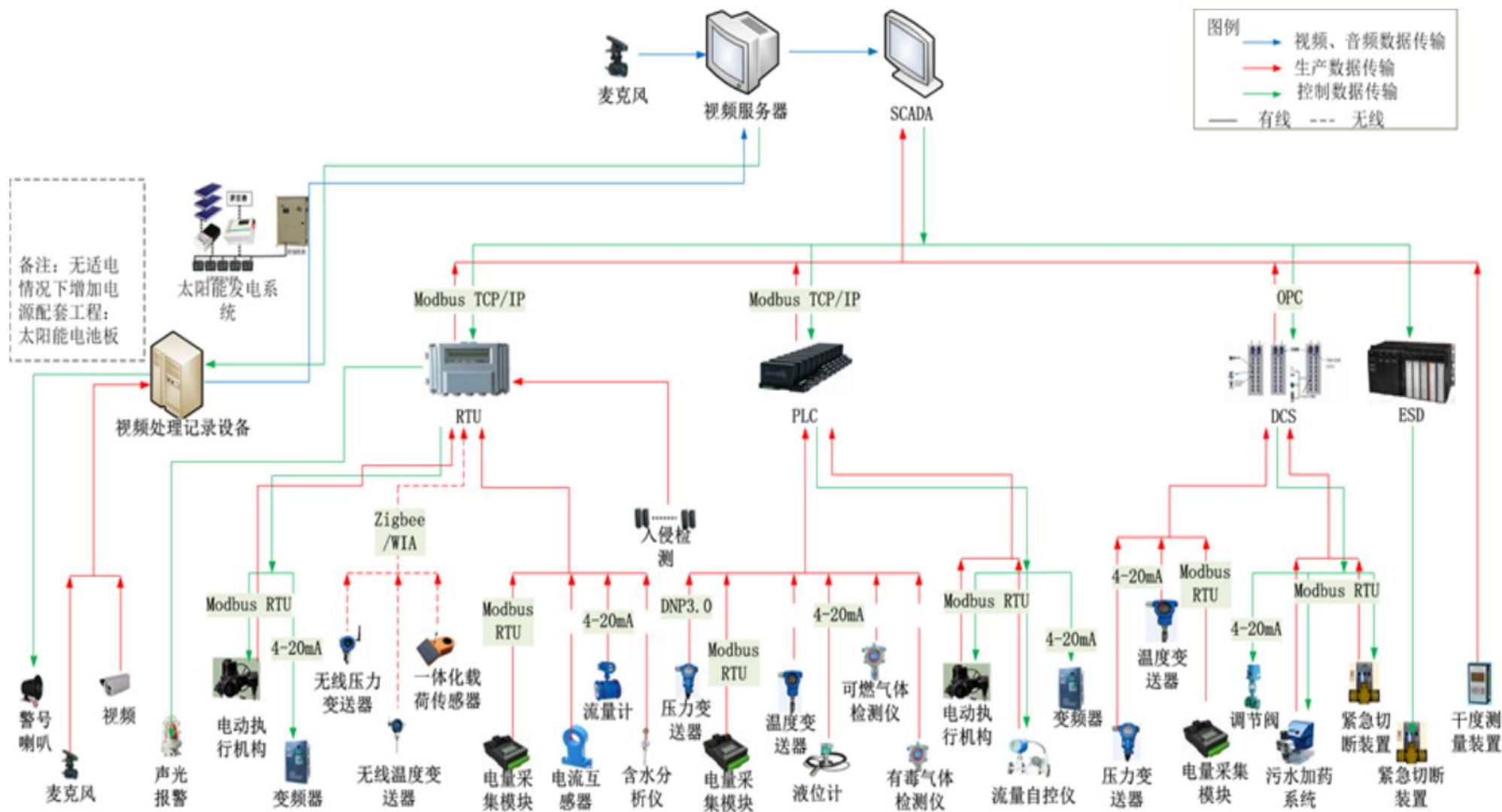


4、系统总体架构



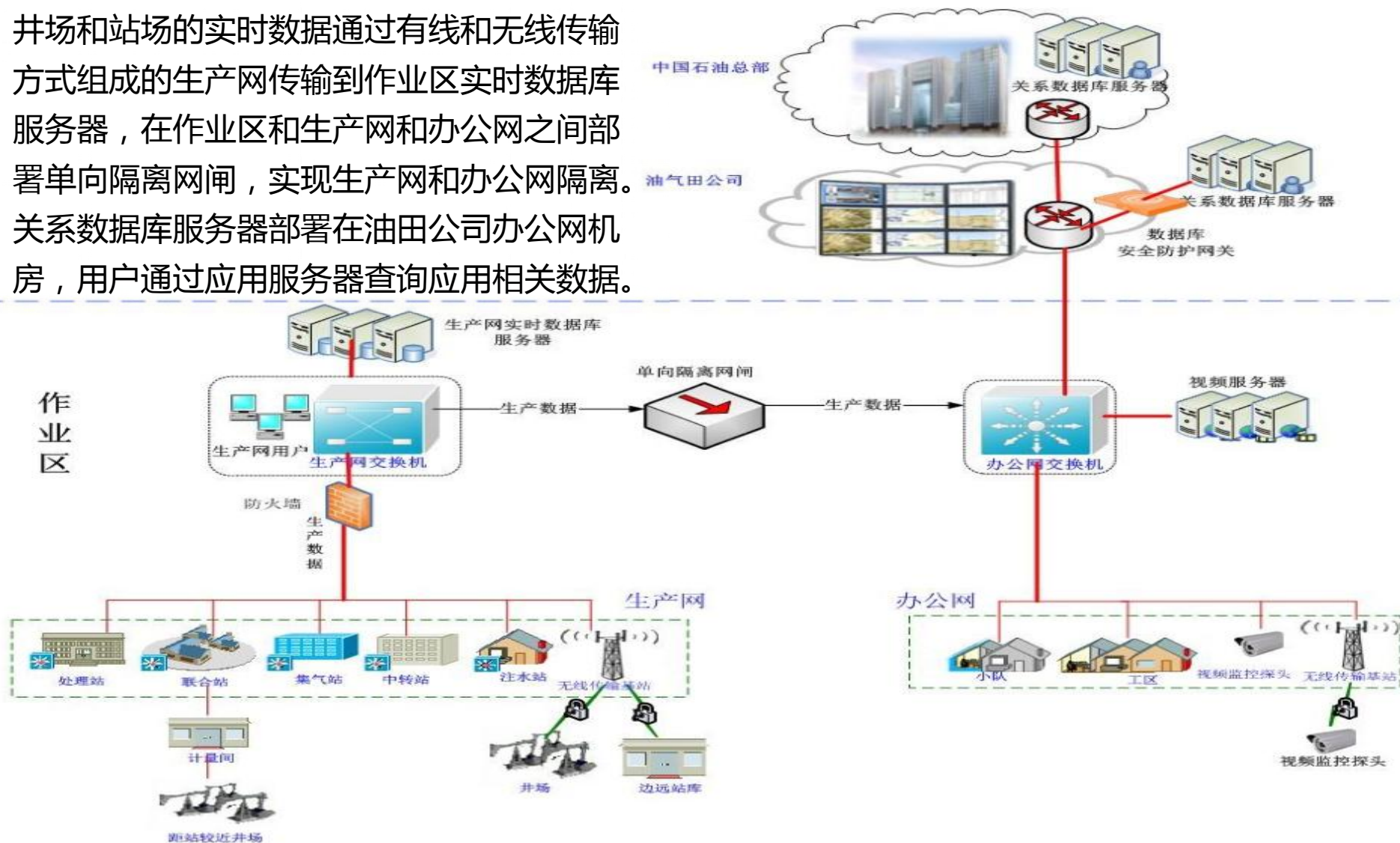
- 油气生产物联网系统由数据采集与监控子系统、数据传输子系统、生产管理子系统三部分组成。
- 制定统一的标准规范和安全架构。

5、数据采集与监控系统架构



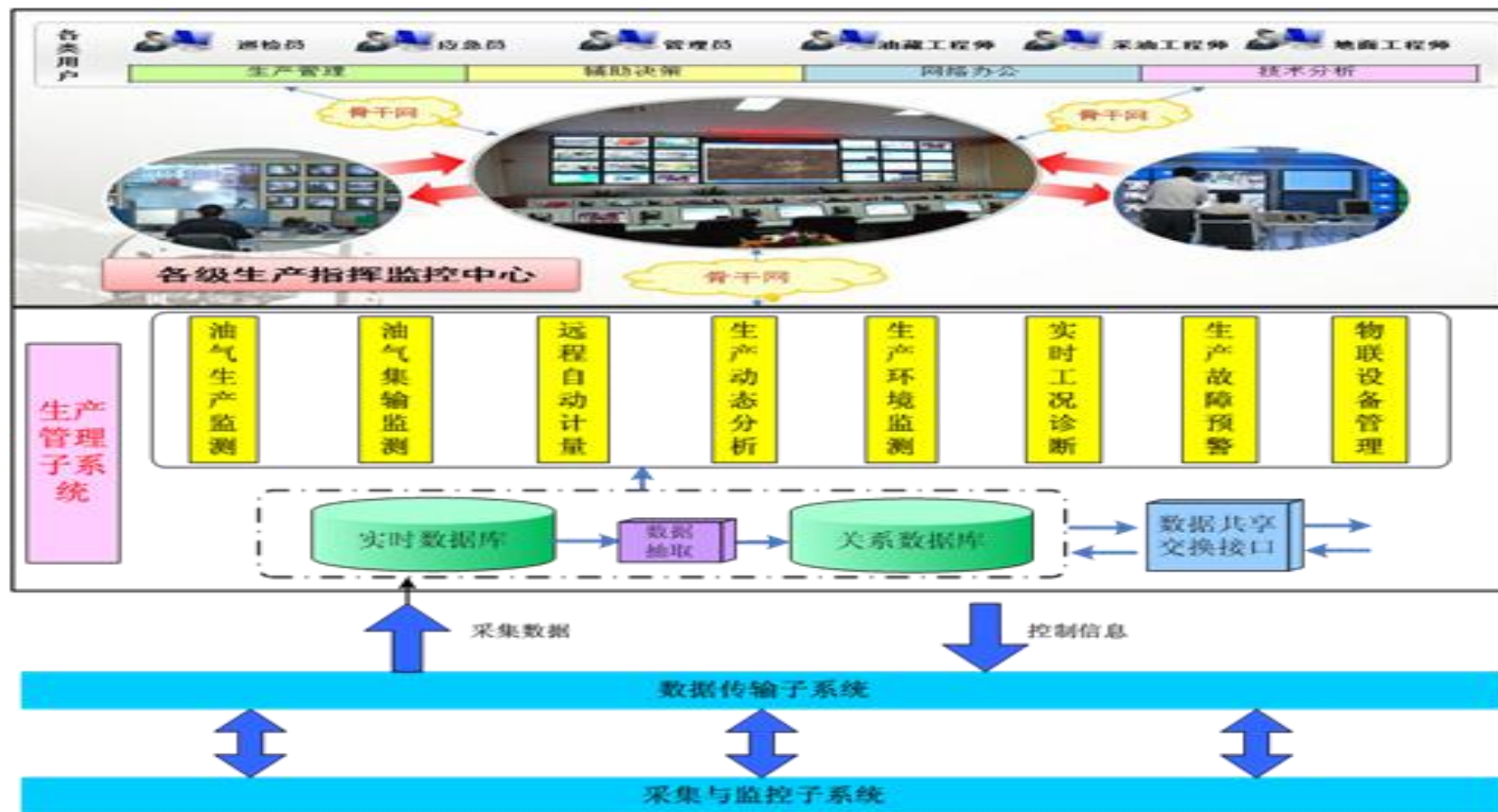
6、数据传输子系统架构

井场和站场的实时数据通过有线和无线传输方式组成的生产网传输到作业区实时数据库服务器，在作业区和生产网和办公网之间部署单向隔离网闸，实现生产网和办公网隔离。关系数据库服务器部署在油田公司办公网机房，用户通过应用服务器查询应用相关数据。



7、生产管理子系统架构

生产管理子系统提供生产过程监测、生产分析与工况诊断、物联网设备管理、视频监控、报表管理、数据管理、全局分析与决策支持、系统管理、运维管理等功能。



一

油田概况

二

需求及目标

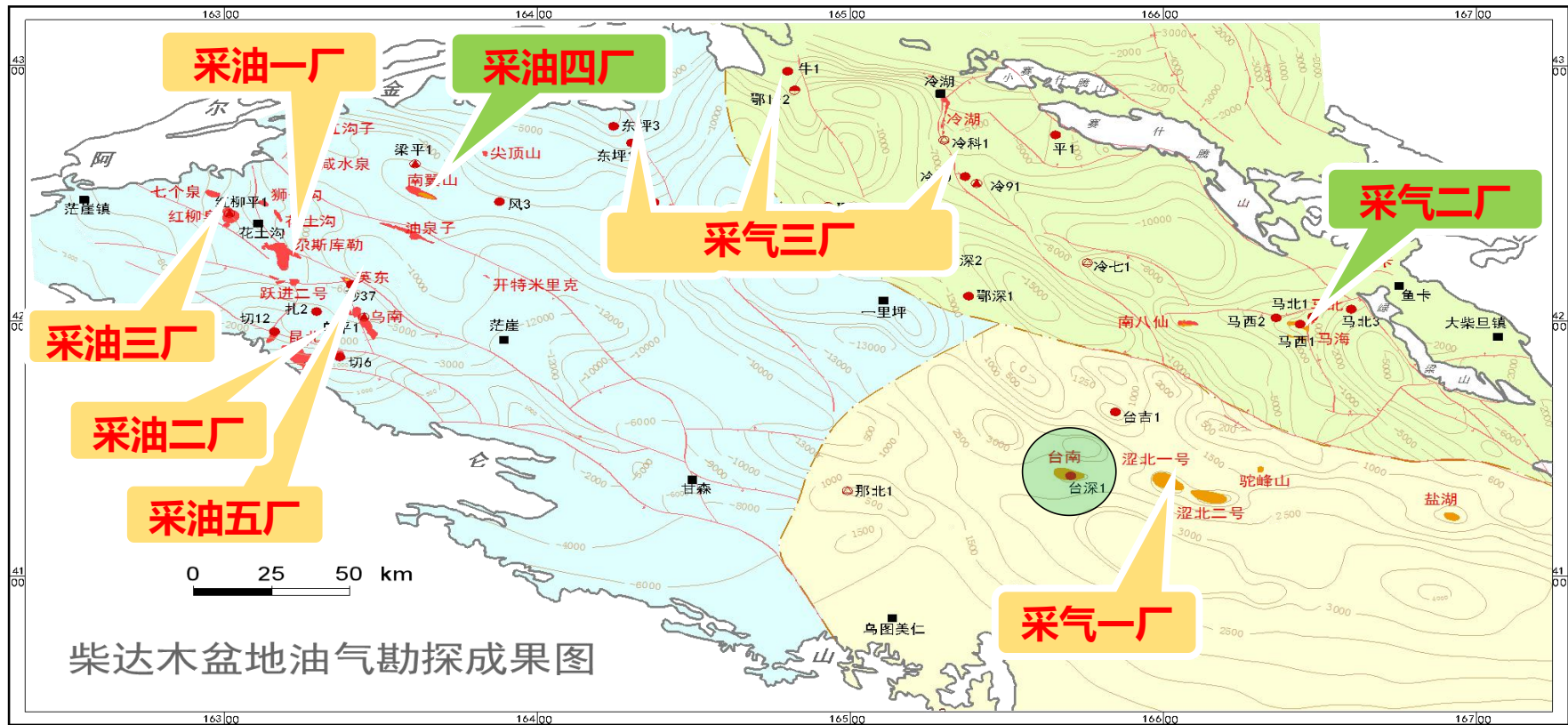
三

建设成果

四

效益分析

1、建设范围



2010-2012年油田公司油气生产物联网建设范围：采油一厂、采油二厂、采油三厂。

2013-2014年集团公司油气生产物联网（A11）示范工程建设范围：采气一厂、采油五厂、采气三厂东坪-牛东气区。

2016-2017年集团公司油气生产物联网（A11）推广项目建设范围：采气一厂台南、采油四厂、采气二厂。

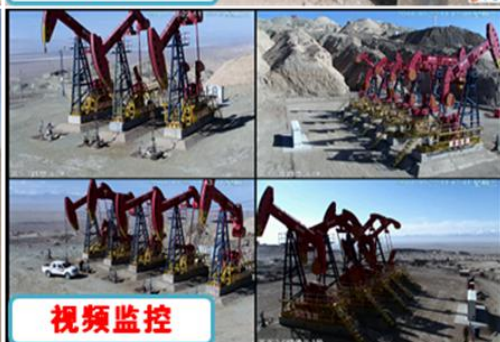
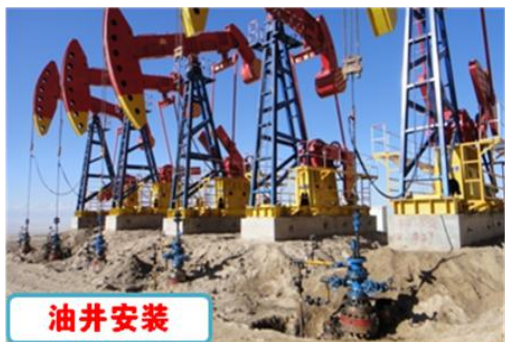
2、完成情况--采集与监控子系统

完成了六个采油、采气厂的采集与监控子系统的建设，总共安装和改造油气水1986口，其中油井2310口、水井1126口、气井393口，安装视频监控50个点位。

序号	采油气单位	油井	水井	气井	视频监控	备注
1	采油一厂	1061	501		32	
2	采油二厂	488	257		26	
3	采油三厂	525	297		28	
4	采油五厂	234	71		30	阀井6口，加热炉2个
5	采气一厂			346	27	
6	采气三厂	2		47	20	
7	合计	2310	1126	393	163	



2、完成情况--采集与监控系统



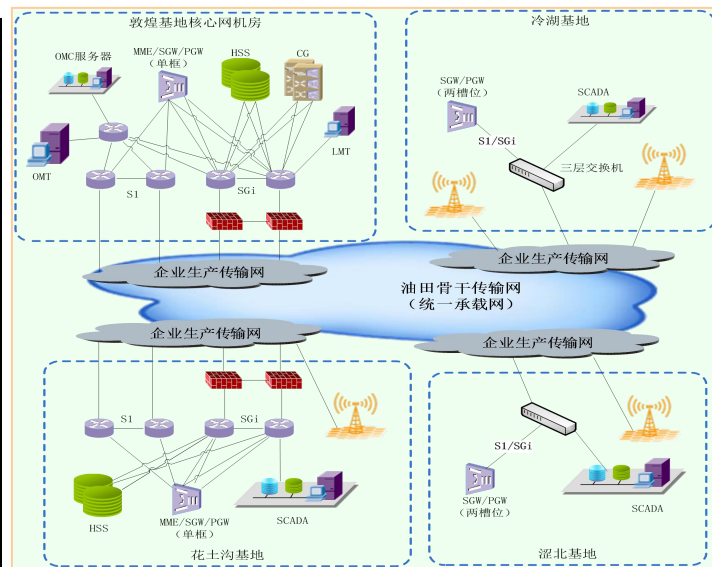
项目	说明
采集参数	油压、套压、载荷位移、电参
预留功能接口	温度、视频、远程启停
单井安装设备	DTU：1个；RTU：1个； 无线压力变送器：2个； 有线电参：1个；一体化载荷位移无线传感器：1个；
N丛式井安装设备	RTU：1个（N≤5）/2个（N>5）； 无线压力变送器：2N个；有线电参：N个； 一体化载荷位移无线传感器：N个；
传输方式	单井：TD-LTE无线传输；丛式井：有线光传输。

项目	说明
采集参数	干线压力、井口压力、阀开度、瞬时流量、累计流量
预留功能接口	温度、视频
单井安装设备	DTU：1个；RTU：1个； 有线压力变送器：2个； 流量自控仪：1套；蓄电池供电系统：1套；
N丛式井安装设备	RTU：N个；有线压力变送器：2N个； 流量自控仪：N套；
传输方式	单井：TD-LTE无线传输；丛式井：有线光传输。



2、完成情况--传输子系统

建设项目	设备类型	建设地点	数量	完成情况	备注
TD-LTE 无线 专网	无线 基站	英东一号基站	1	已完成	铁塔利旧，扩容
		英东二号基站	1	已完成	新建铁塔
		涩北一号基站	1	已完成	
		涩北二号基站	1	已完成	
		台南基站	1	已完成	
		东坪一号基站	1	已完成	
		东坪三号基站	1	已完成	新建铁塔
		牛东基站	1	已完成	
		乌南基站	1	已完成	
		扎哈泉基站	1	已完成	
		切6基站	1	已完成	
		切12基站	1	已完成	
		切12-2基站	1	已完成	
		切16基站	1	已完成	
		乌南230M基站	1	已完成	
	传输单元	六个采油采气厂	3870	已完成	
	核心网	敦煌通信机房	1	已完成	与花土沟核心网构成 异地容灾备份
		花土沟通信机房	1	已完成	
有线生产网	核心交换机	四个采油采气厂	6	已完成	生产网与办公网隔离
	接入交换机		54	已完成	



野外基站



核心网组件



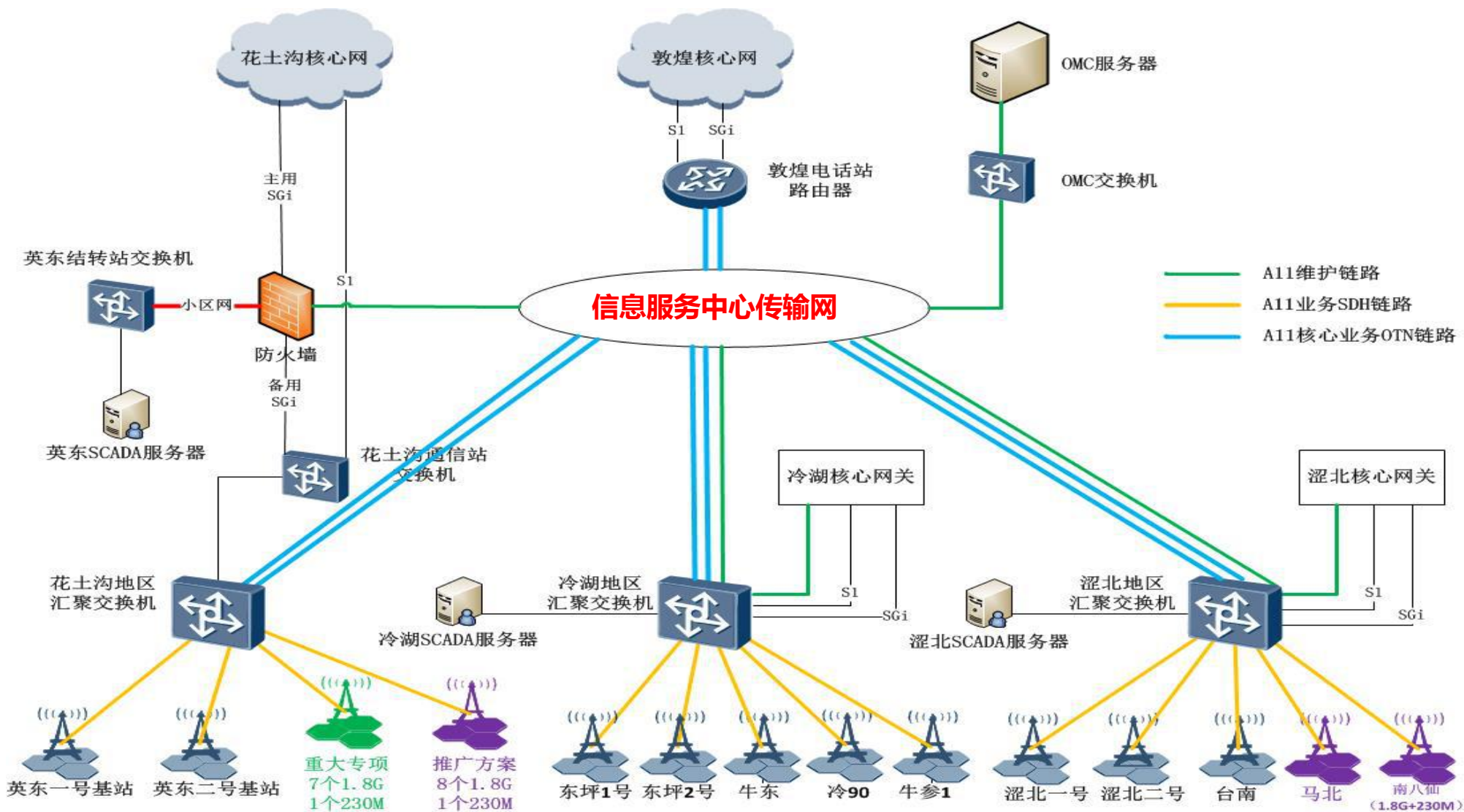
核心交换机



基站BBU



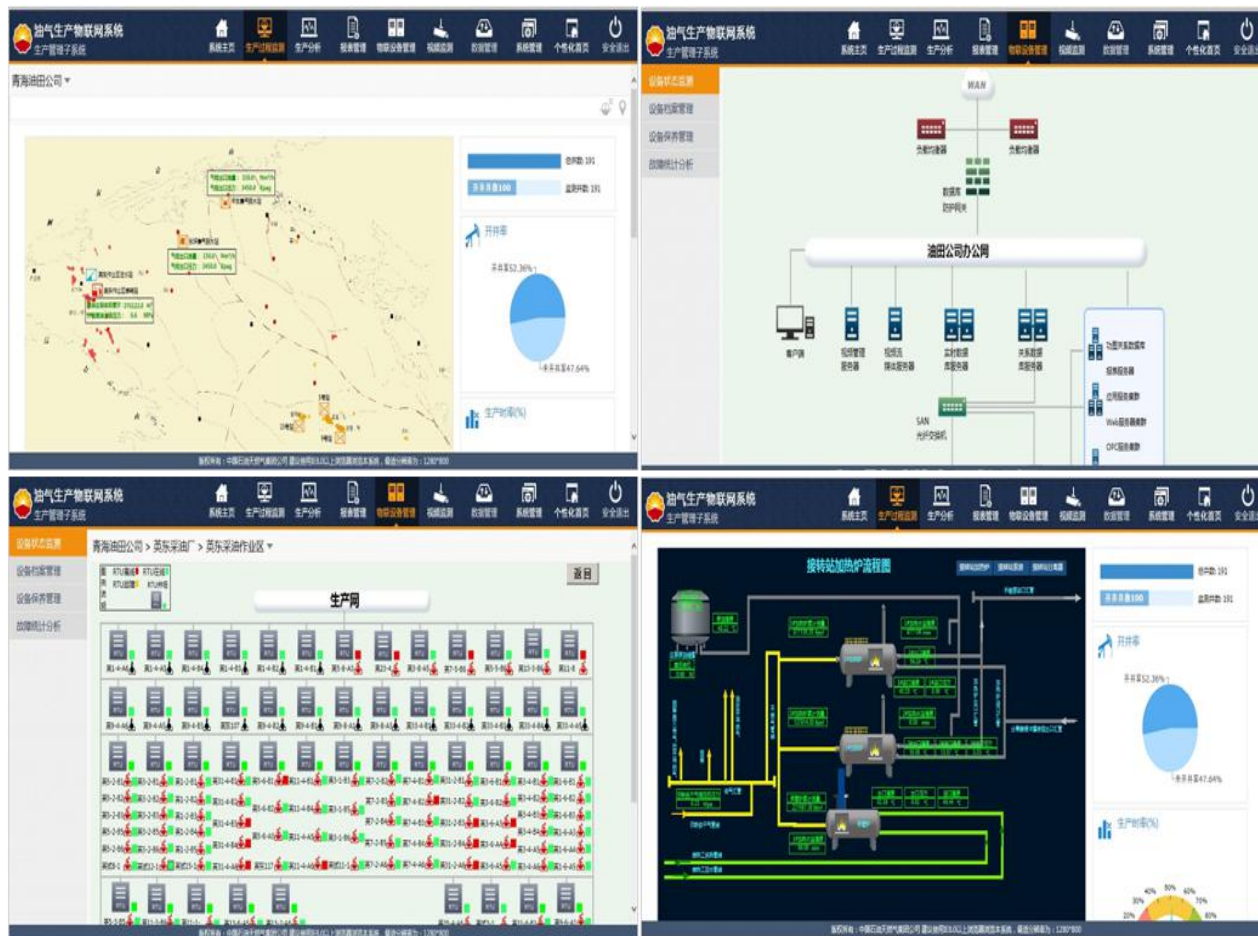
2、完成情况--传输子系统



2、完成情况—生产管理子系统

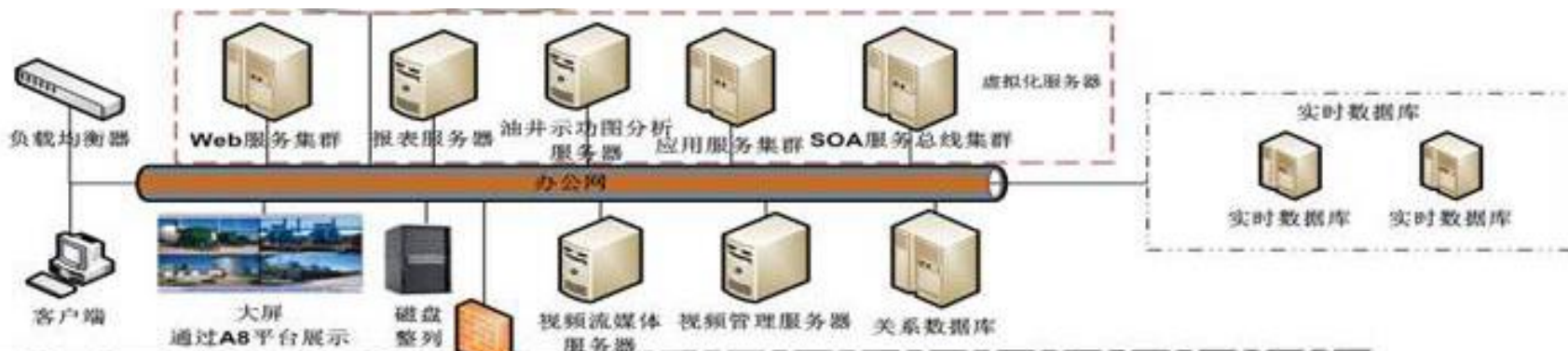


序号	系统名称	部署位置	备注
1	PASS平台、IBM中间件	敦煌	
2	关系数据库、实时数据库	敦煌	
3	功图分析软件	敦煌	
4	虚拟化软件、备份软件	敦煌	
5	抽油机井功图诊断学习程序	敦煌	自主开发
6	数据接口及数据转换软件	敦煌	自主开发

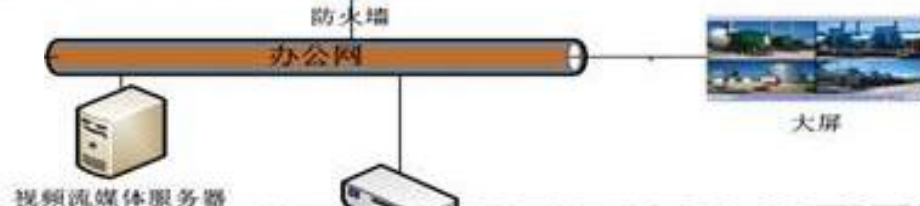


3、硬件平台部署

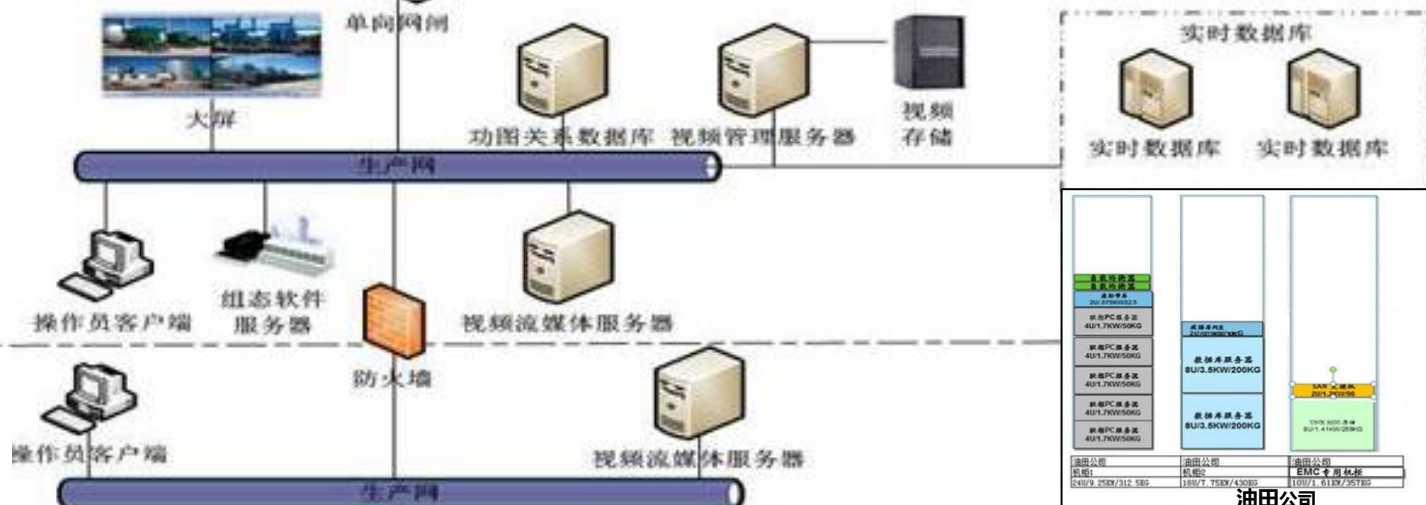
油田公司



采油厂



作业区



站库

<p>服务器配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p>	<p>服务器配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p>	<p>服务器配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p>	<p>服务器配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p> <p>品牌/型号</p> <p>配置</p>
油田公司	油田公司	油田公司	油田公司
站库	站库	站库	站库
作业区	作业区	作业区	作业区

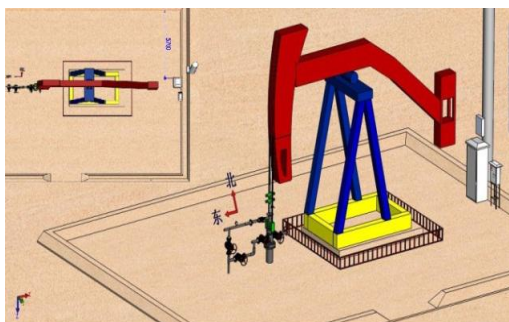
油田公司

作业区

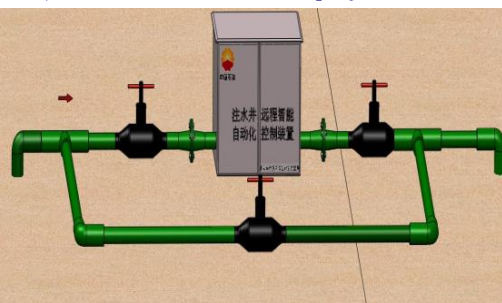
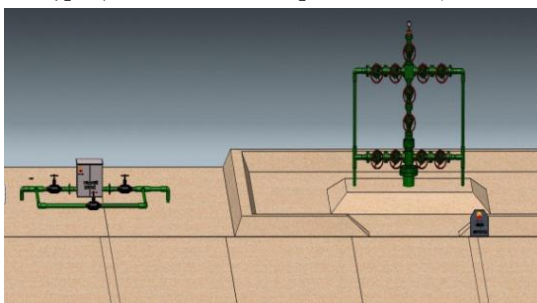
4、安装标准

井场标准化安装遵循“**标准、美观、整体大方和标识清晰**”的原则，内部强弱电分开，有明显的安全警示和操作说明。

制定油水井标准安装位置、优化设备尺寸、明确颜色、字体等标识标准，实现设备安装标准化，注水井、气井天线支架及基础实施工厂化预制，大大加快安装进度和工程质量。



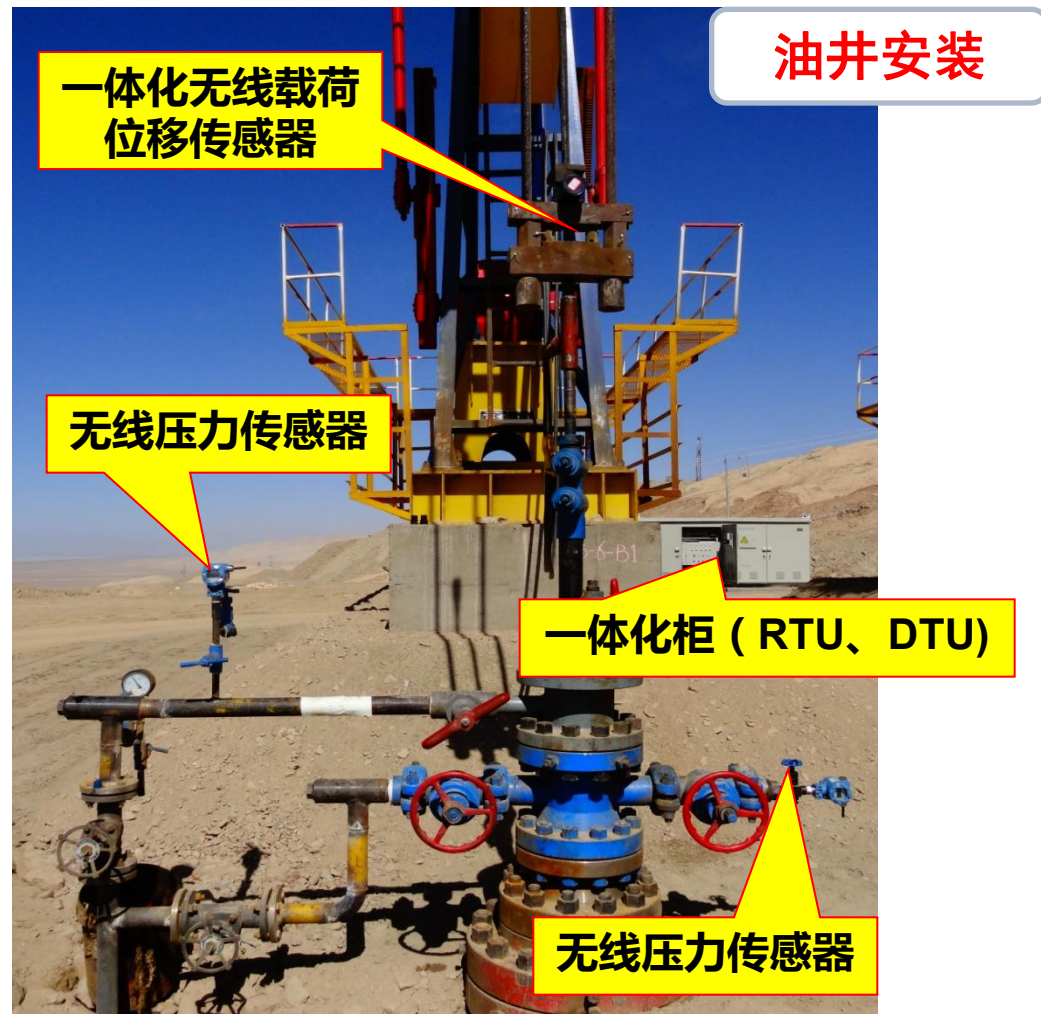
油井RTU机柜优化尺寸：长：300mm；宽：200mm；高：400mm



长：700mm宽：548mm高：550mm两法兰片距离：900mm

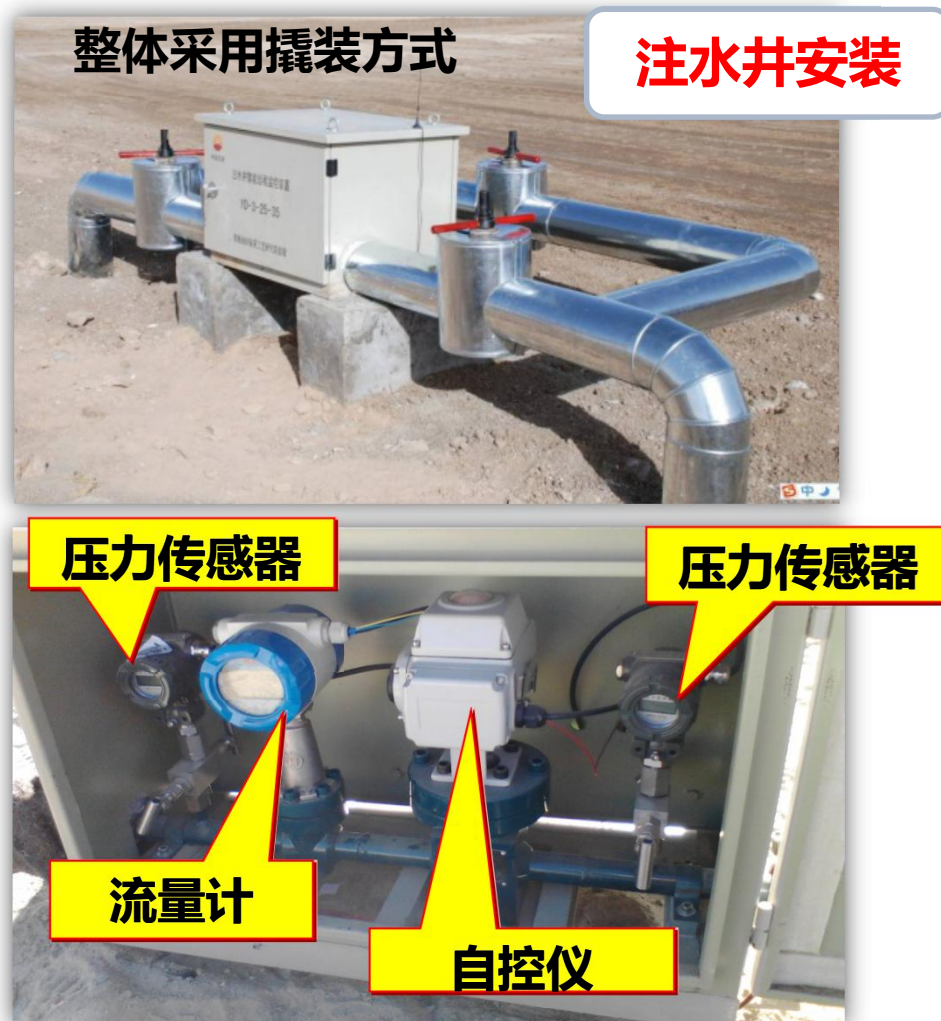
4、安装标准

项目	说明
采集参数	油压、套压、载荷位移、电参
预留功能接口	温度、视频、远程启停
单井安装设备	DTU: 1个; RTU: 1个; 无线压力变送器: 2个; 有线电参: 1个; 一体化载荷位移无线传感器: 1个;
N丛式井安装设备	RTU: 1个 ($N \leq 5$) / 2个 ($N > 5$); 无线压力变送器: $2N$ 个; 有线电参: N 个; 一体化载荷位移无线传感器: N 个;
传输方式	单井: TDLTE无线传输; 丛式井: 有线光缆传输。



4、安装标准

项目	说明
采集参数	干线压力、井口压力、阀开度、瞬时流量、累计流量
预留功能接口	温度、视频
单井安装设备	DTU: 1个; RTU: 1个; 有线压力变送器: 2个; 流量自控仪: 1套; 蓄电池供电系统: 1套;
N丛式井安装设备	RTU: N个; 有线压力变送器: 2N个; 流量自控仪: N套;
传输方式	单井: TD-LTE无线传输; 丛式井: 有线光缆传输。



4、安装标准

项目	说明
采集参数	油压、套压、温度、蓄电池温度、电量
预留功能接口	视频
单井安装设备	DTU: 1个; PLC: 1个; 有线压力变送器: 2个; 有线温度变送器: 1个; 防爆箱: 1个;
压力量程	涩北气田: 0-28Mpa; 东坪-牛东气区: 0-40Mpa;
传输方式	LTE无线传输;

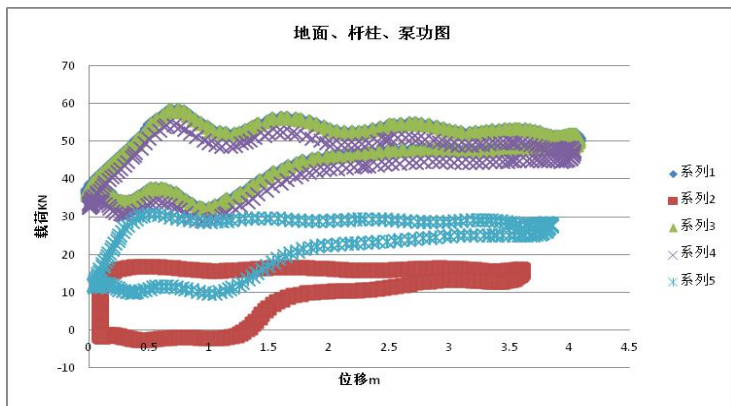


天然气井安装

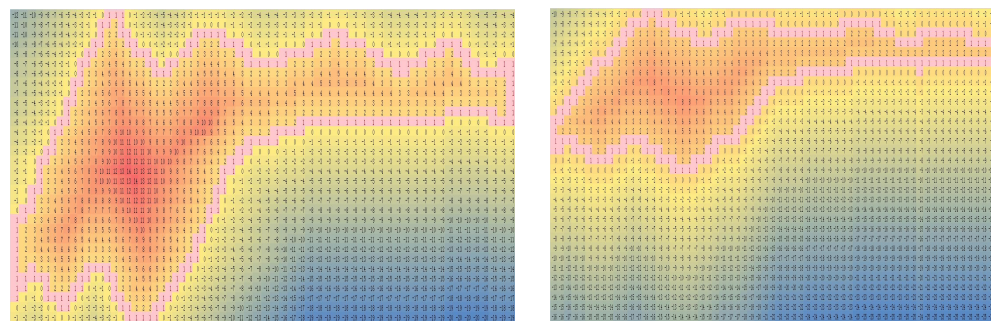
项目	说明
太阳能供电系统	供电能力: 连续三个阴雨天正常供电

5、功图诊断计量技术

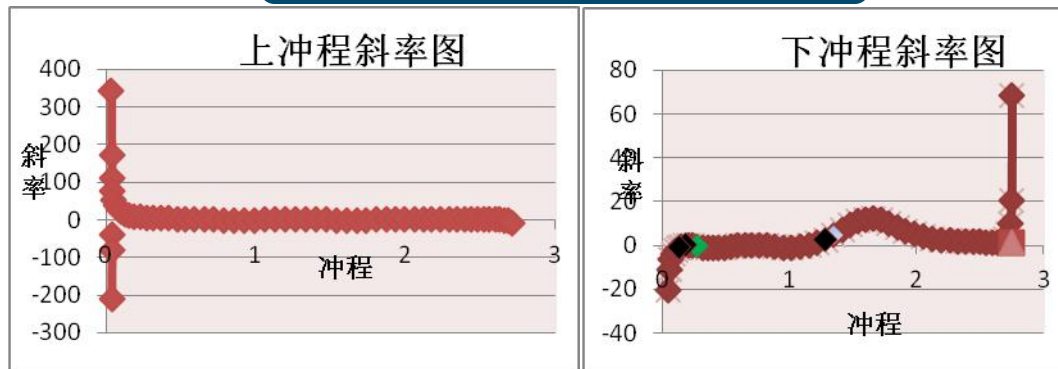
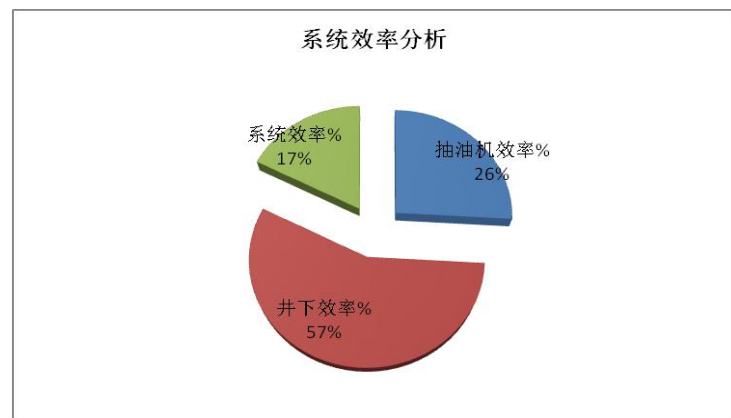
通过对灰度法诊断方法、泵功图、有效冲程模型研究、修正，实现了功图、泵效、杆柱应力，效率分析计算，编制完成后台处理计算程序。



神经网络复合诊断（灰度法）



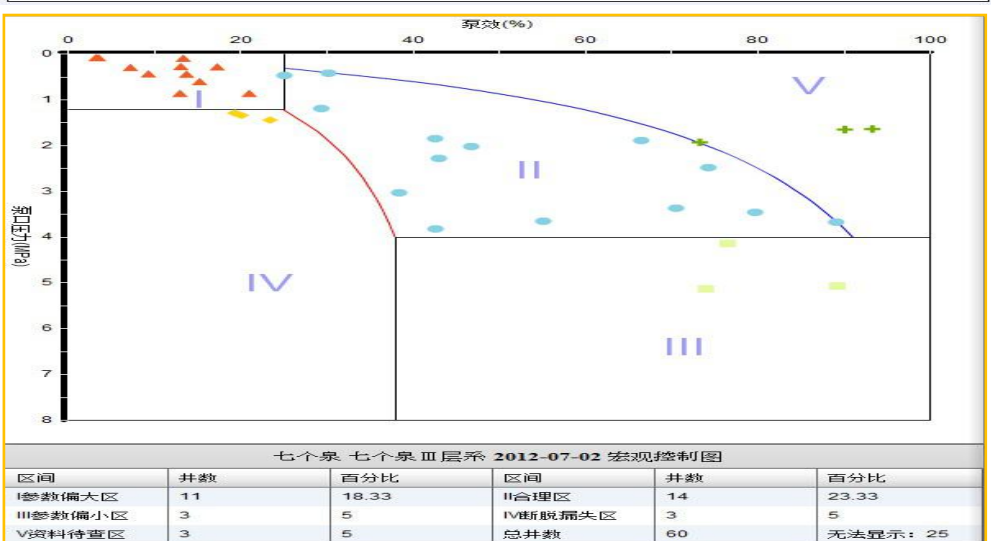
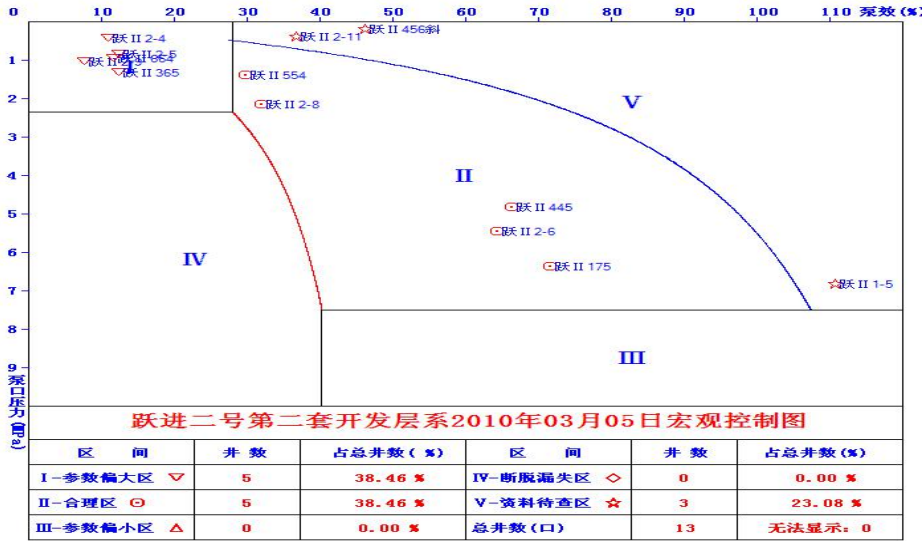
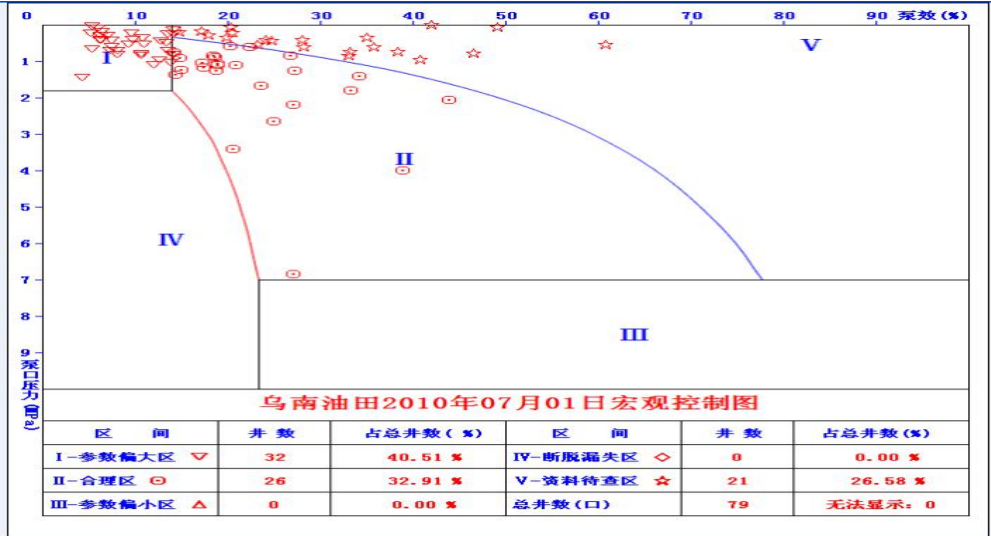
有效冲程计算（斜率法）



6、宏观控制图技术



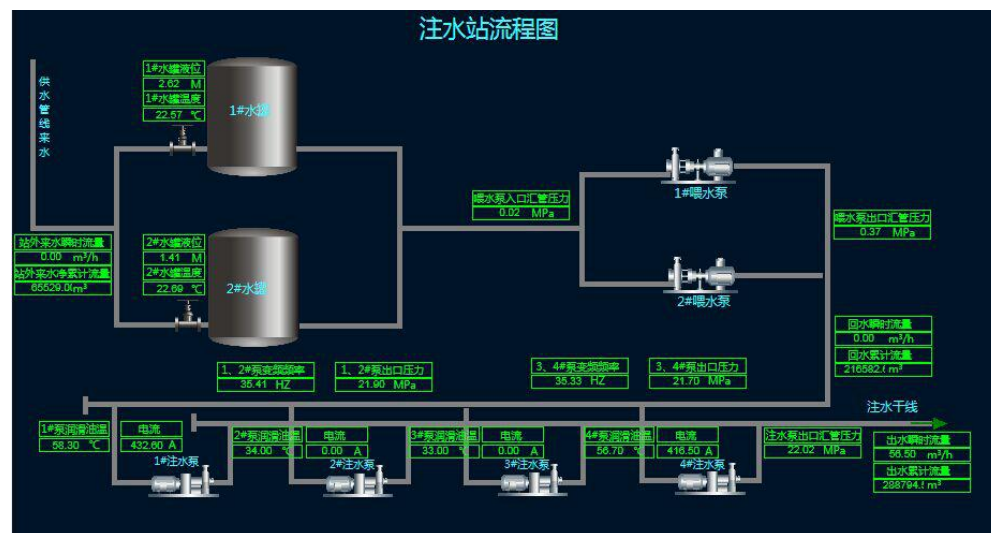
完成8个油藏，34个开发层系的宏观控制图模板，通过点图、统计分析，及对模板进行修正，符合率为95.5%。



7、注水井恒流配水技术

自主研发注水井在线计量及远程控制软件

- 1) 远程配注量调节：更改配注量，阀自动多次动作改变阀开度。
- 2) 单井防返吐：自动调节阀防返吐关闭时间为**2-3秒钟**即完全关闭
- 3) 恒流注水：可做到恒流注水，相对误差在**5%以内**。



8、计量求产车研制

设计制造管式分离装置，提高油气分离效果，设计制造了容积和流量计法计量的车载式求产装置，求产误差6.4%，并在此基础上进行功能完善，设计制造了CNG车载式计量求车装置，现场求产15口井44井次，误差7.35%，并定型进行产品发布。



9、物联网技术标准

技术标准和通讯协议统一，建立物联网技术标准，一次仪表实现**数字化、智能化、模块化**，“互联互通”优势明显。

井口一次仪表与RTU通讯
协议的统一

上传数据包格式的统一

数据采集软件的统一

仪器仪表实现“互通互换”

摆脱厂家制约：符合协议、标准设备均可使用、实现设备无缝接入、无缝替换。

设备优选：一口井可以用多个厂家的不同传感设备，发挥各自采集设备的优势。

集团化采购：降低硬件成本，实现批量采购，节约硬件成本，利于统一维护运营。

中华人民共和国国家发展和改革委员会

发改办高技〔2014〕2328号

国家发展改革委办公厅 第四代移动通信(TD-LTE)

工业和信息化部办公厅,有关省、自治区、直辖市,有关中央管理企业:

报送的2013年移动互联网及第四代专网项目资金申请报告及申报材料

一、原则同意将该项目列入国家及国家资金补助计划(具体项目和

二、根据《中央预算内投资补助和

府核准的投资项目目录(2013年本)

三、国家补助资金主要用于项目所需软硬件设备的购置。待条件具

备,各项目实施单位要按照国家条件,尽快启动项目建设。

五、项目主管部门要切实加强项目

青海省发展和改革委员会

青发改高技〔2013〕1663号

青海省发展和改革委员会 关于基于TD-LTE的油田宽带 开发与示范应用项目资金申请

国家发展和改革委员会:

根据国家发展改革委办公厅《关于组织移动互联网及第四代移动通信(TD-LTE)产业化专项的

〔2013〕2330号)要求,我们组织了中石油

TD-LTE的油田宽带无线专网设备开发与示范

资金申请报告及申报材料报上,请审定。

11、安装运行维护和管理规定

按照统一维护方式，建立专业化运维队伍，制定切实可行的维护方案和清晰的维护流程，制定了相应的技术标准、安装运行维护和管理规定，采取技术人员现场值守和定期巡检急故障现场处理相结合的方式，做好日常运行维护管理工作，保证数据采集、分析、发布系统的正常运行。

Q/SY	Q/SY	Q/SY
中国石油天然气股份有限公司企业标准 Q/SY QH XXXX-XXXX	中国石油天然气股份有限公司企业标准 Q/SY QH XXXX-XXXX	中国石油天然气股份有限公司企业标准 Q/SY QH XXXX-XXXX
油气水井生产数据采集、监测系统 技术要求	油气水井生产数据采集设施 安装要求	油气水井生产数据采集设施运行 维护要求
2010-10-08 发布 2010-10-08 实施	2010-10-08 发布 2010-10-08 实施	2010-10-08 发布 2010-10-08 实施
中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司 发布	中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司 发布	中国石油天然气股份有限公司青海油田分公司 发布



总体上，通过油气生产物联网的建设，达到了**生产过程自动化、生产数据信息化、生产管理扁平化**，实现**“生产管理现代化”**。

技术上依靠油田内部力量，研发自动化诊断计量的五大关键技术，并实现本地化应用；**在物联网技术应用上**，实现数据采集、存储、发布等**六大统一**，实现不同厂家的RTU、一次仪表**互联互通**；**在标准化设计上**，实现了安装位置、设备尺寸、颜色、字体等标识统一；**在规模推广上**，实现了采油一厂、二厂、三厂、采油五厂、采气一厂、采气三厂东坪-牛东气区油气水井**全覆盖**。**在运维上**，建立了**统一的专业化运维队伍**，负责全油田数字化运维保障。

一

油田概况

二

需求及目标

三

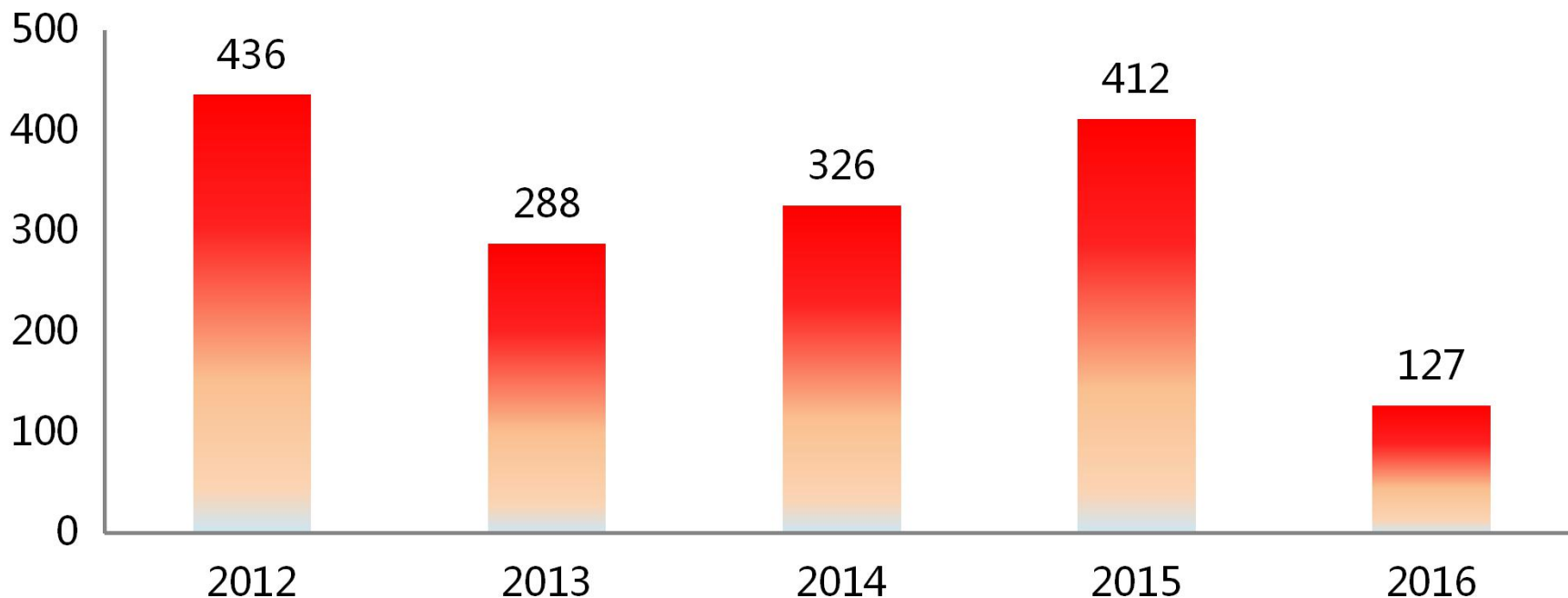
建设成果

四

效益分析

1、提高人员工作效率，节省人工成本

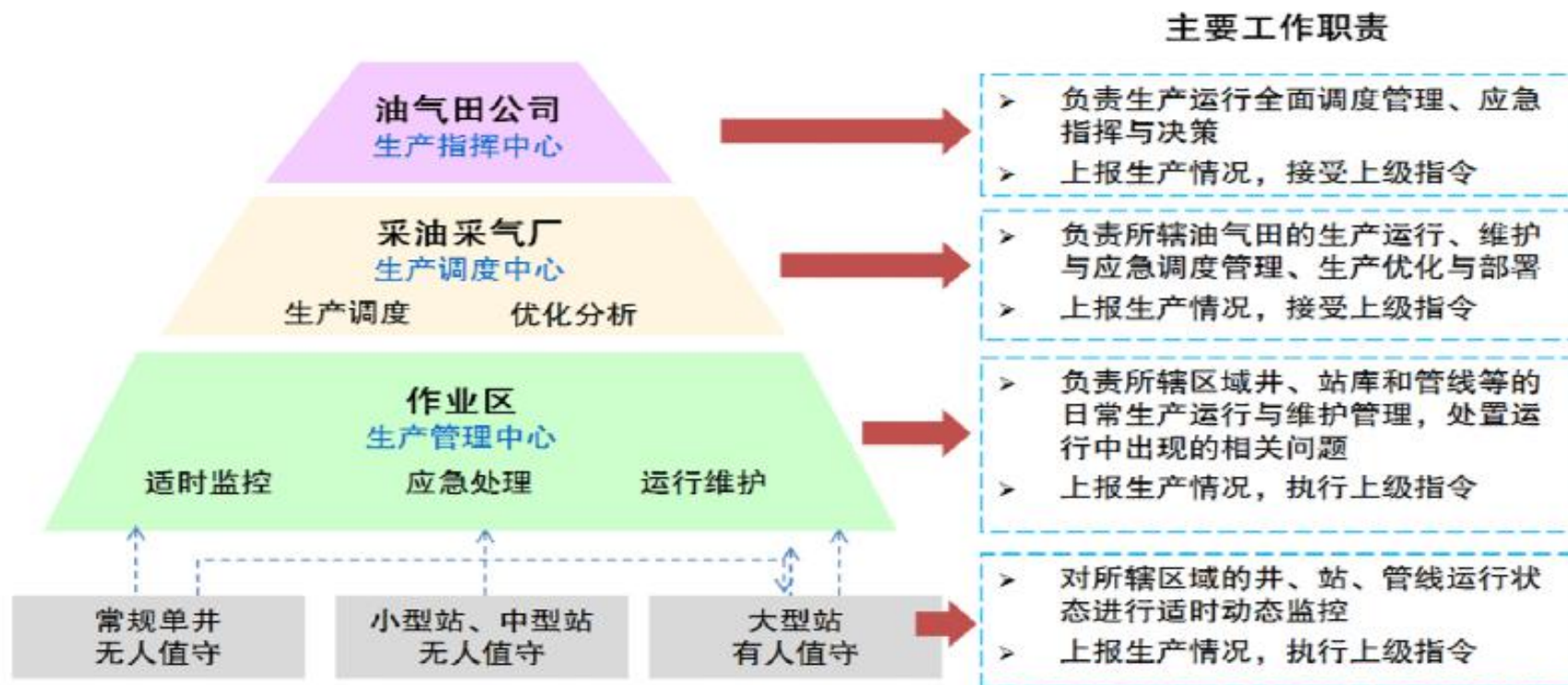
油田生产管理按“纵向扁平，横向压缩”的方式进行优化，通过物联网实现生产现场的远程管理，将行政管理重心后移至敦煌基地，减少一线用工总量，截至2016年底共转岗1589人，由此带来了减人增效，减岗增效、换岗增效。



2、实现了生产管理方式的优化

通过项目实施，建立了**作业区、采油采气厂、油田公司三级集中管理**模式，发挥资源整合优势，管理层级明晰。东坪牛东气区已实现二级管理。

油气田现场实现了由**分散管理**向**集中管控**的模式转变，由**劳动密集型**向**知识密集型**的转变，促进油田生产管理组织机构按“**纵向扁平，横向压缩**”的方式优化，基本实现中小型站场无人值守，精简合并部分基层班组和作业区，为优化用工结构奠定基础。



3、转变了生产方式，提升工作效率

- ❑ **智能管理、电子巡井**——通过生产过程实时监控、软件量油、工况分析等功能，将现场生产由传统的经验型管理、人工巡检，转变为智能管理、电子巡井。节约了人力，降低劳动强度，提高了工作效率。
- ❑ **预测、预警**——基于智能算法的预警预测功能在故障发生前即可及时告知生产人员，提前消除生产隐患，降低生产运行风险，有效提高生产时率。

项 目	生产运行方式	
	实施前	实施后
巡井	人工定时巡检	远程监控、故障巡井
站场	中小型站场有人值守， 大型站场多岗分散监控管理	中小型站场无人值守， 大型站场少人集中监控
数据录取	人工录取	自动采集
单井计量	人工现场倒井计量	功图软件量油、自动倒井计量
报表	现场检查手工填写	自动生成
启停抽油机	现场操作	远程控制、视频辅助
油井调冲次	人工调整	部分变频调参
油井工况诊断	现场检查、人工判断	软件智能诊断
注水量调配	现场手动调整	远程调配
功耗核算	估算	自动累积

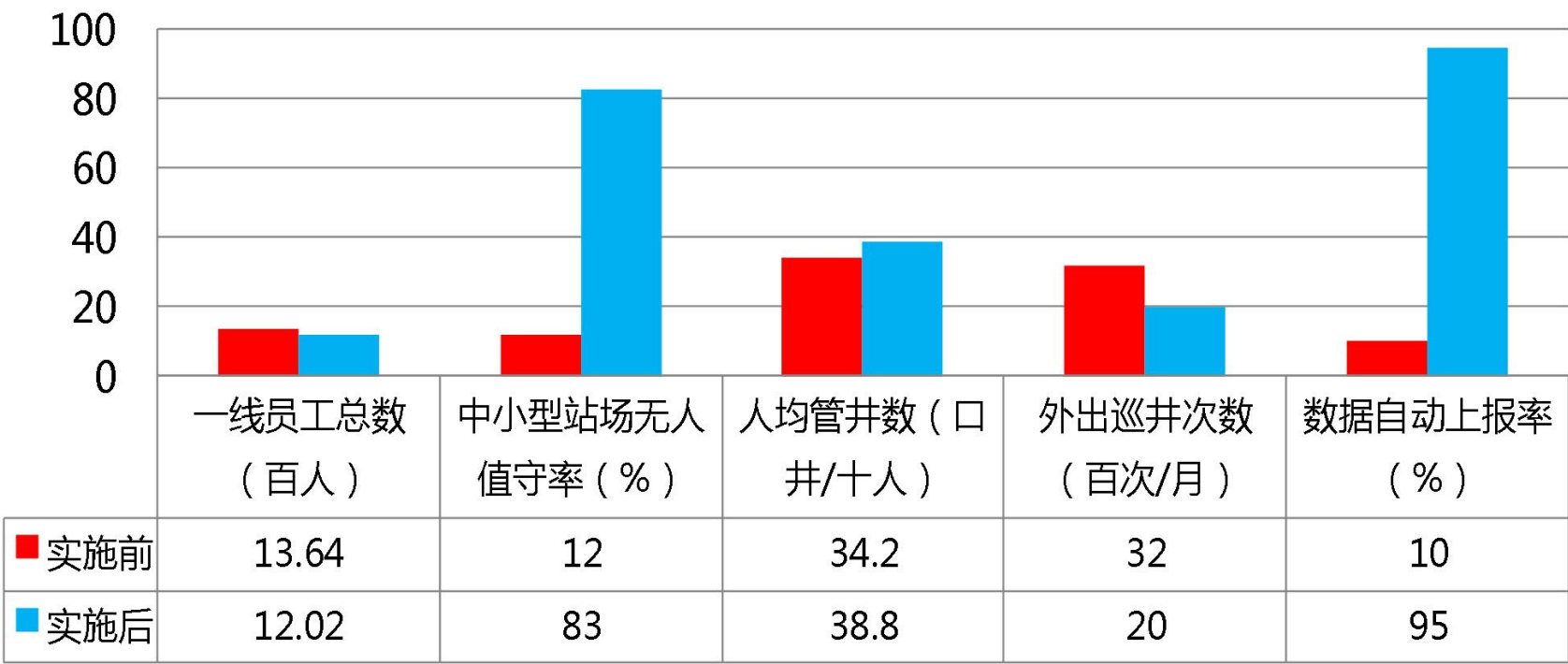
效率项	效率对比
缩短井口资料录取周期	24小时→ <1小时
缩短功图测试、工况分析周期	72小时→ <1小时
缩短油井计量周期	72小时→ <1小时
平均提前发现抽油机生产异常	48小时→ < 1小时

	Before	After
异常井识别	人工巡检后，统计识别。 时间：1周	系统根据条件自动识别 时间：1分钟
单井问题诊断	人工经验判别； 时间：100口井2周	系统根据专家库自动判别 时间：100口井1分钟
单井参数分析	人工统计分析数据 时间：一口井1天	系统自动统计和对比分析 时间：1分钟
生产报表生成	人工制作报表，填报措施 时间：半天	系统自动生成报表 时间：1分钟

4、降本增效作用显著

通过管理模式优化和生产方式转变，基本实现中小型站场无人值守，大型站场少人值守，精简合并部分基层班组和作业区，减少一线用工总量，减少一线用工895人，机关搬迁敦煌694人，折合人工成本7468万元，减少投资、增加产量、减少损失等12913万元，扣除运维费用3890万元，创造直接经济效益16491万元。

数字化实施前后对比图

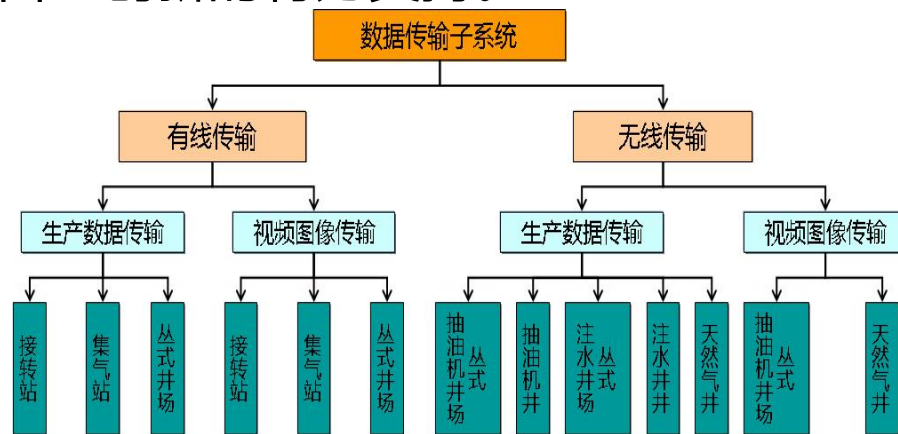
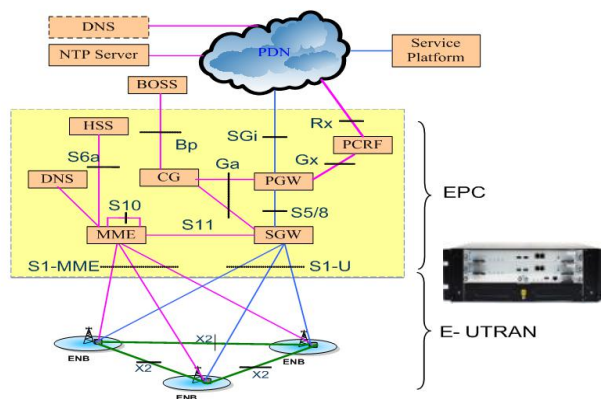


5、 加快TD-LTE技术行业应用

针对油田应用环境和业务需求，定制化研制TD-LTE无线专网设备，提供满足数字化油田音视频通信、数据传输、无线视频、集群对讲业务需求，适应高原油气田环境，安全可靠的宽带无线平台，有力支撑油田数字化建设。

通过示范应用验证，加快TD-LTE技术向行业应用专网的转化。项目成果是TD-LTE在行业应用领域的创新，也是TD-LTE物联网技术融合的典型案列，更是工业化与信息化融合的一次具体实践。

通过TD-LTE的行业定制化开发，扩展了我国自主知识产权、第四代移动通信国际标准在行业市场的应用，也是对我国自主创新的有力支持。



汇报完毕
请各位领导和专家批评指正