



报告题目

管道式油气水分离与计量技术研究

报告人：吴应湘

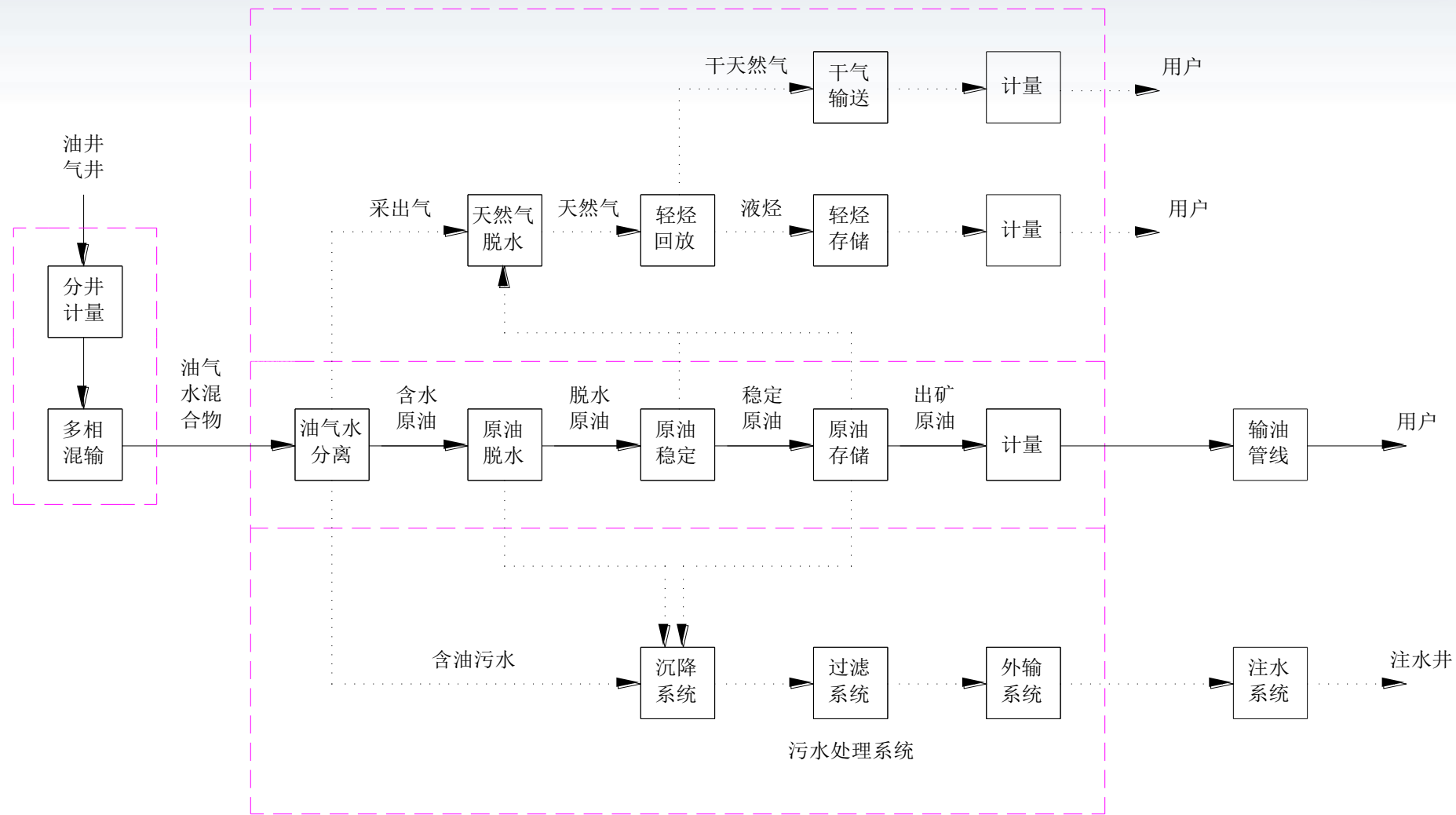


- **油田油气水处理技术面临的挑战**
- **管道式油气水分离与技术研究**
- **管道式油气水分离技术应用**
- **结束语**

管道式油气水分离与计量技术研究

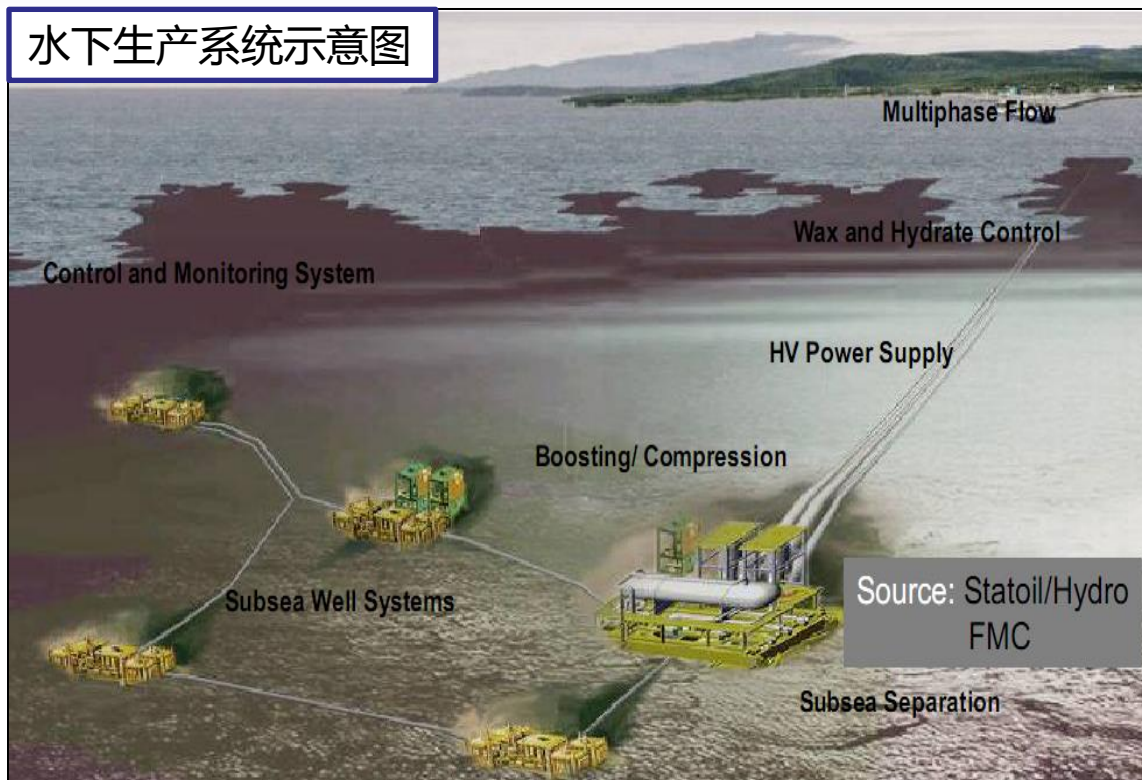


油田产出液处理工艺流程图



水下产液处理的技术挑战：小尺寸大处理量的油气水分离

水下生产系统示意图

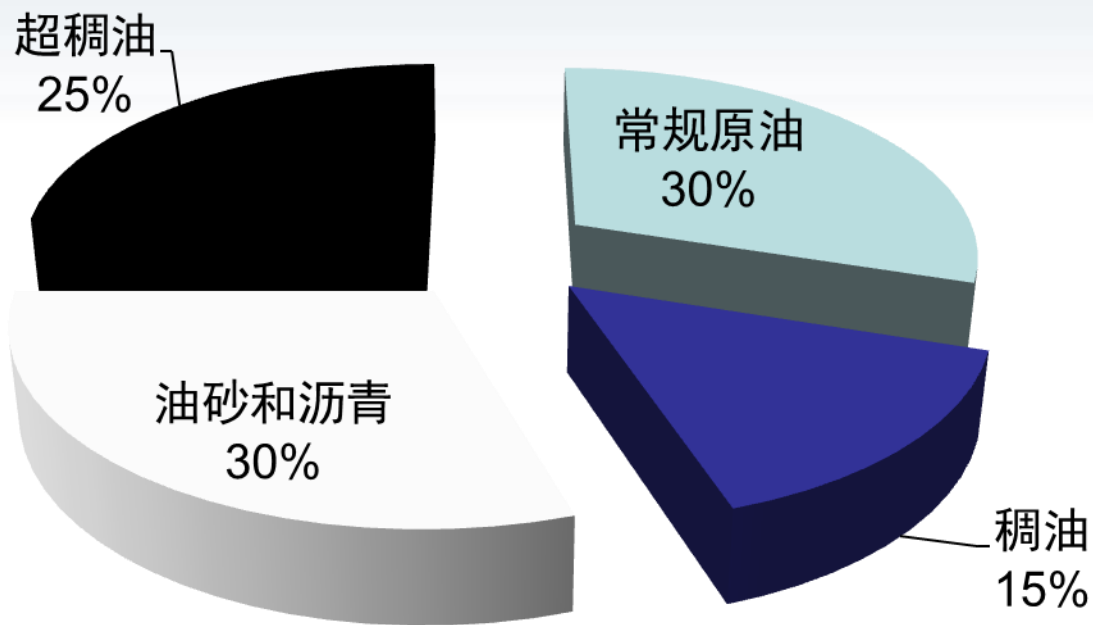


2000米水深，3米直径容器壁厚将达到0.7m

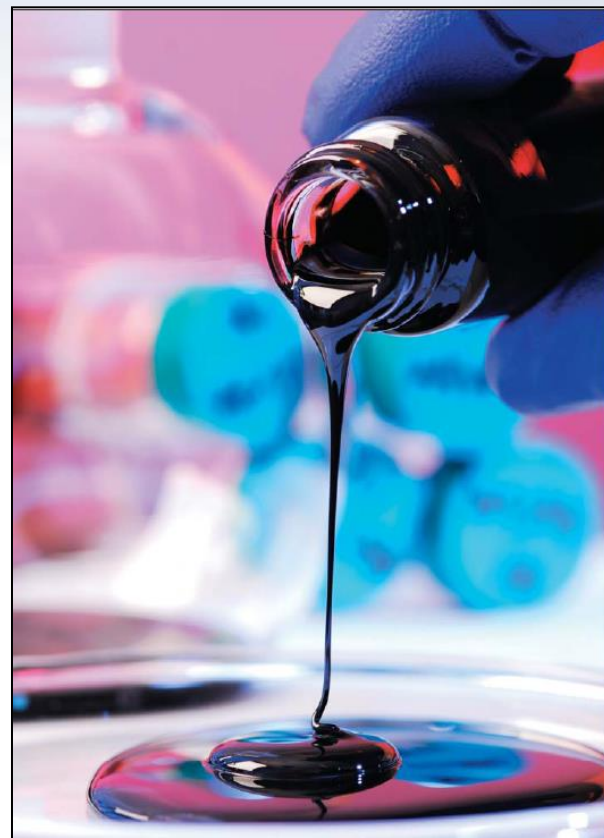
未来发展方向：

- 海底至海岸及海底处理；无地面设施
- 重点关注提高原油采收率
- 重点关注产液在海底的直接处理
- 重点关注流动状态监测及远程作业

全球石油资源



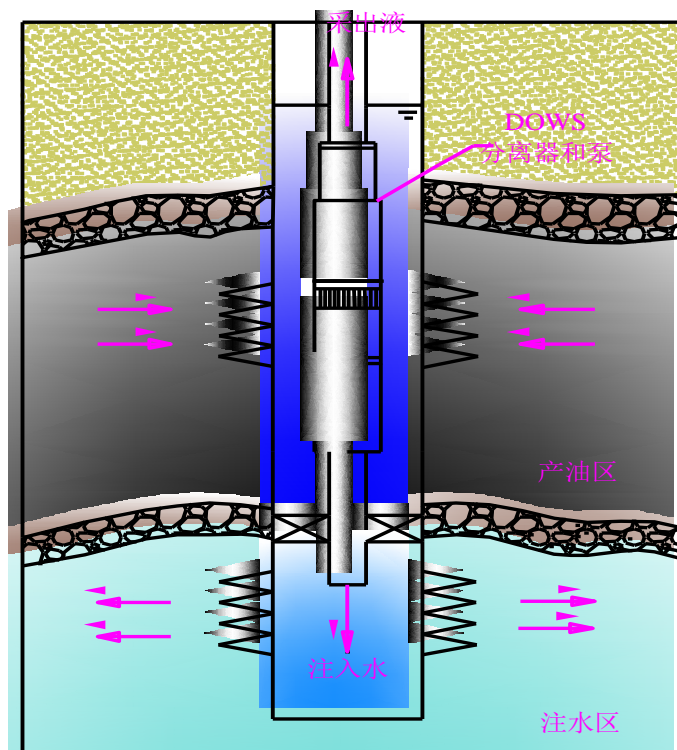
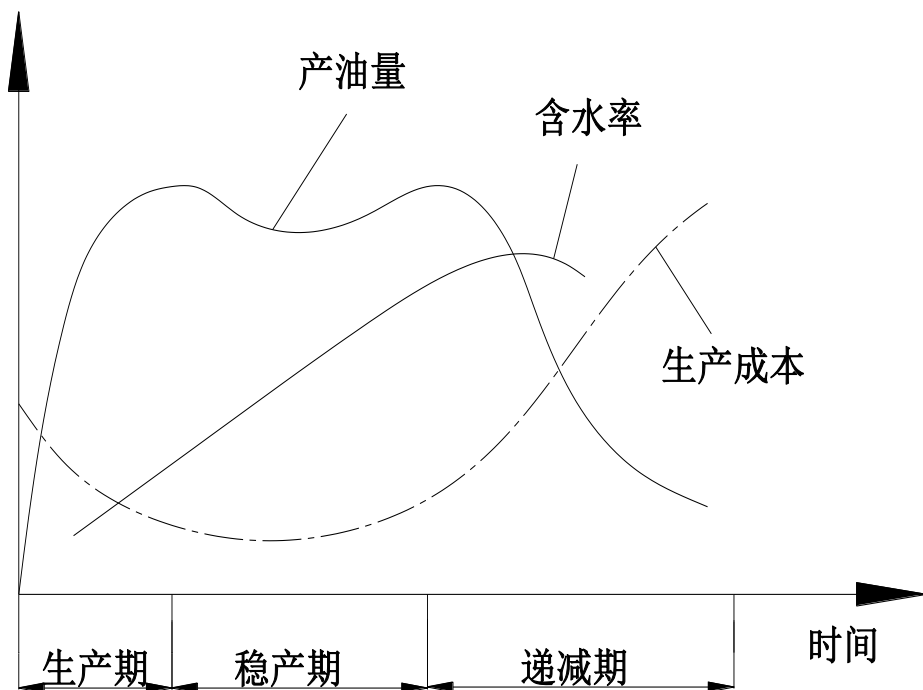
在全球石油资源中，稠油、超稠油和沥青大约占了全球石油总资源（9-13万亿桶）的70%



超稠油与水的密度接近，直接使用重力沉降几乎无法分离，目前只能采用加高温、掺稀油巨型沉降罐的办法实现分离。

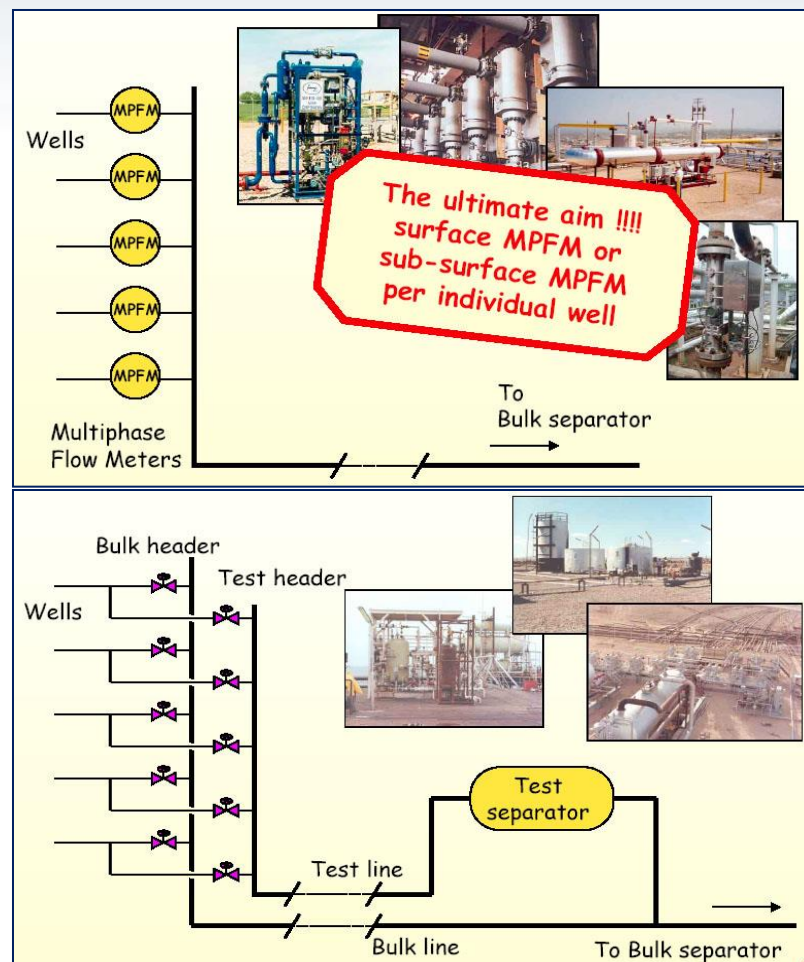
井下油水分离

- 油田进入高含水开期后含水率高达90%以上
- 水处理相关投入使成本上升，油田濒临经济开采极限



油气水多相计量

- 节省大量平台或水下空间；
- 大幅度提高工作效率；
- 与常规的测试分离器系统相比，水下多相流计量可节省工程投资50%以上。



油气开发产液处理的技术挑战：

- 深海水下分离
- 采油井井底分离
- 超稠油产液、含聚产液分离，含聚污水处理
- 油气水多相计量

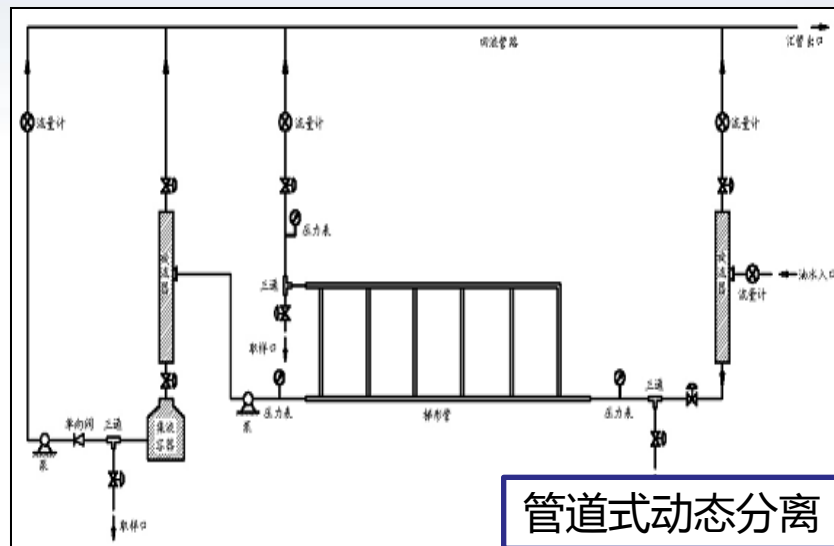


- 油田油气水处理技术面临的挑战
- 管道式油气水分离与技术研究
- 管道式油气水分离技术应用
- 结束语

管道式油气水分离与计量技术研究



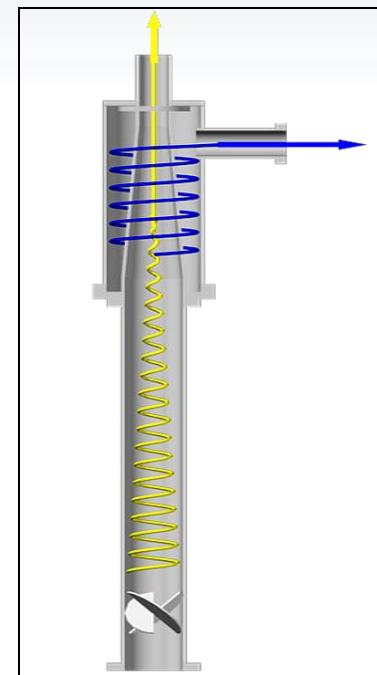
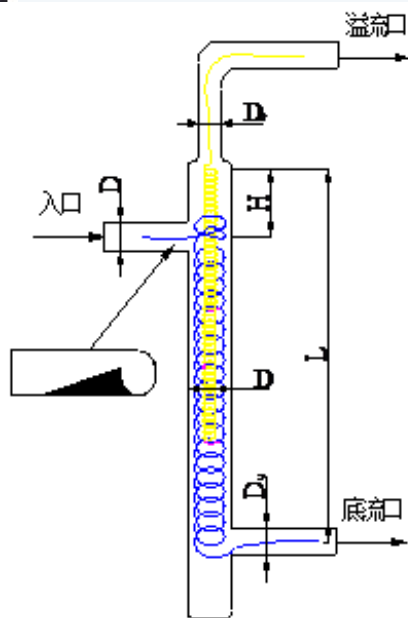
大型储罐式静态分离



管道式动态分离

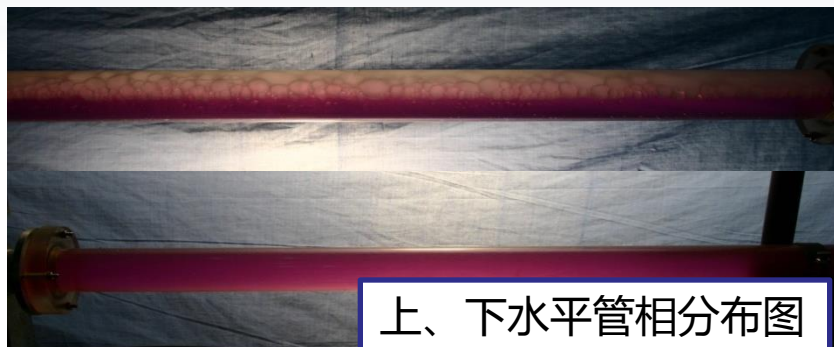
用管道式旋流离心与动态重力沉降的油气水分离代替大型储罐式静态重力沉降的油气水分离，创新了油田采液处理新技术！

柱型管旋流分离技术



柱型旋流器利用油水两相的密度差，在切向入口或轴向导流离心力作用下进行油水分离。形成高速旋转流场，产生强大离心力，实现油水分离。

T型管多分岔管路动态沉降分离技术



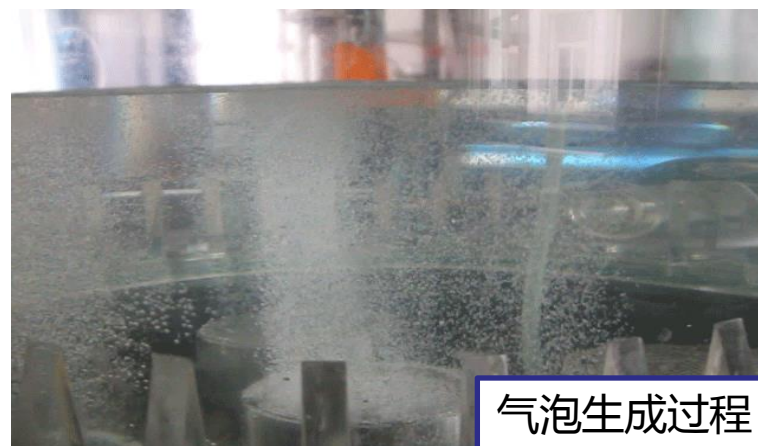
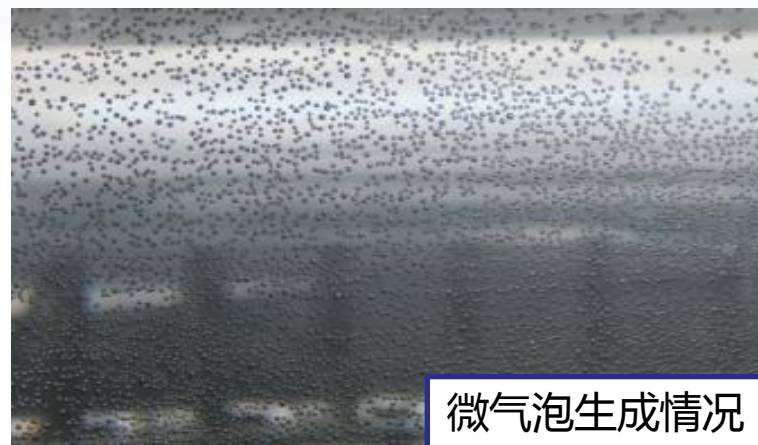
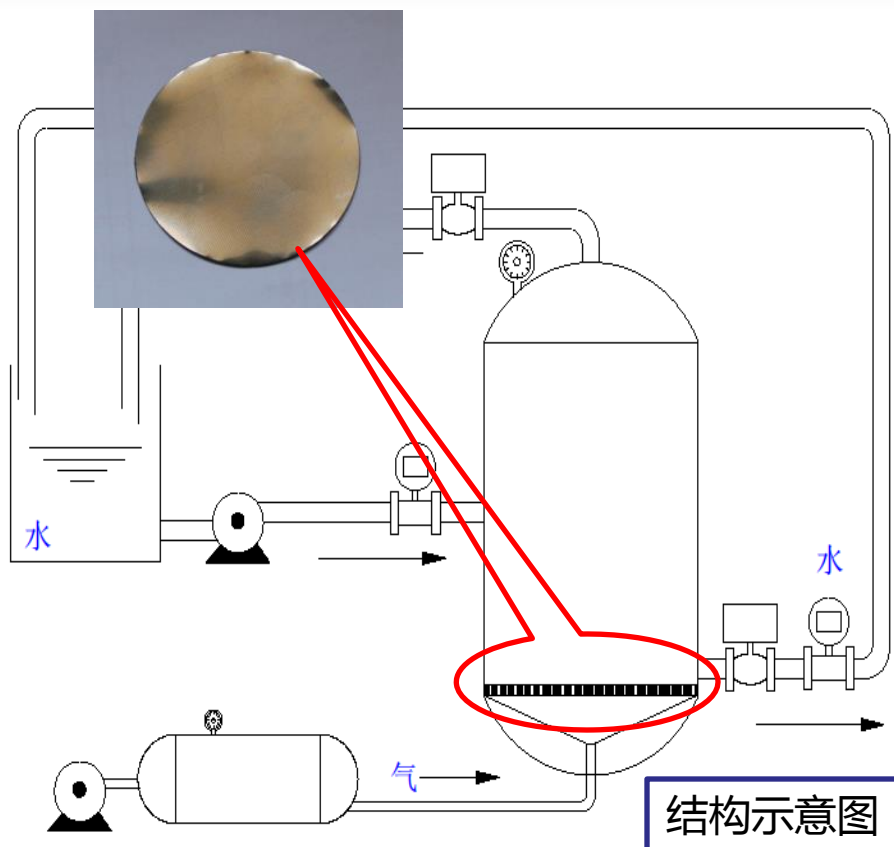
上、下水平管相分布图



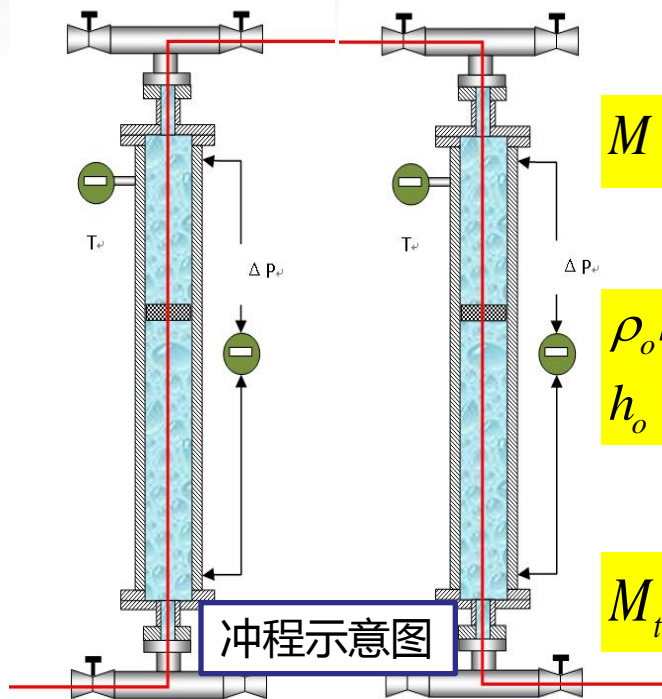
现场应用

多分叉T型管利用油水两相的密度差，当油水混合液在上下水平管的流动过程形成分层，下管中的油相从分叉口流入上管，上管中的水相从分叉口流入下管。多次分叉后，下管内仅含富水相，上管内主要是富油相，使油水混合液在管道流动过程中实现动态分离。

薄膜微气泡含油污水处理技术



活塞容积式油气水三相计量技术



$$M = \alpha v_g \rho_g + \beta v_w \rho_w + \gamma v_o \rho_o$$

$$\rho_o h_o + \rho_w h_w = \rho_m h_2$$

$$h_o + h_w = h_2$$

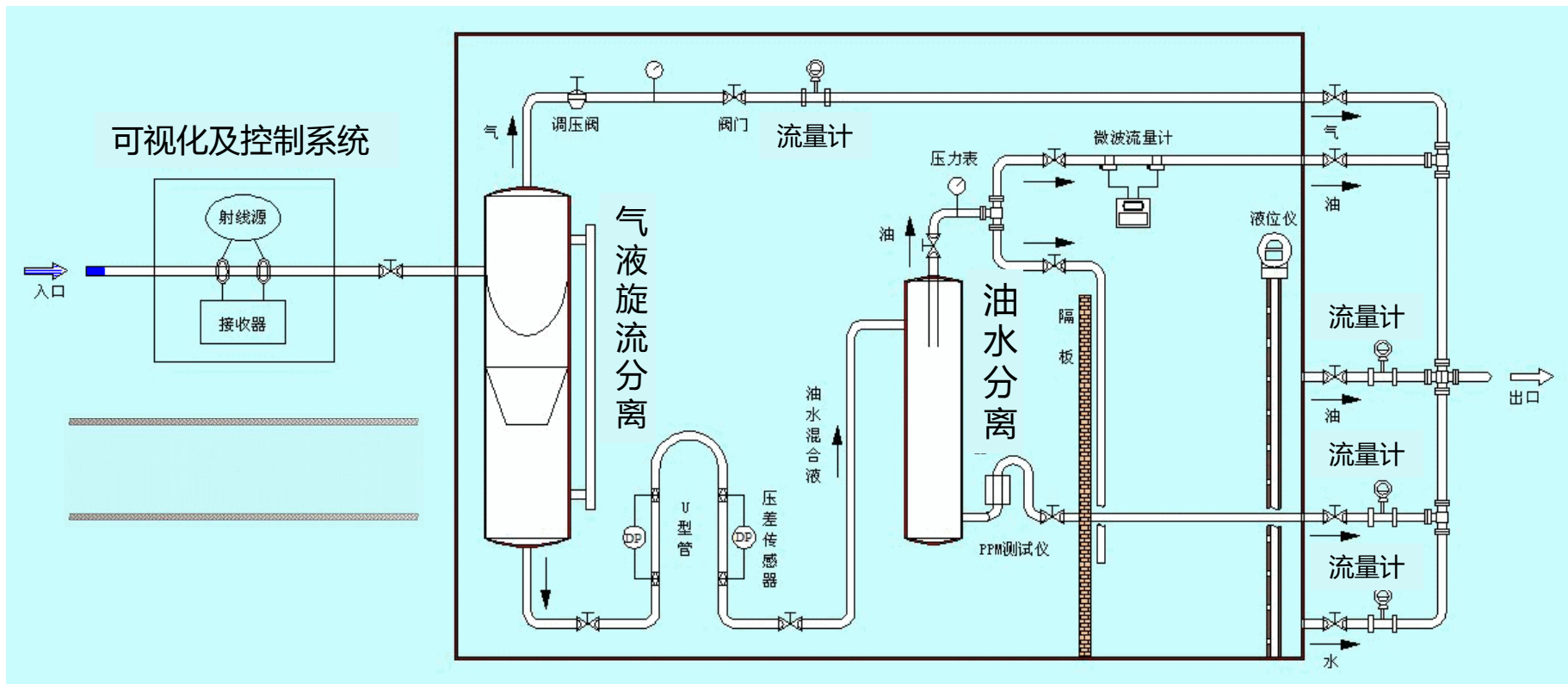
$$M_t = \pi r^2 (h_1 p / RT + h_o \rho_o + h_w \rho_w)$$



实验样机

使用活塞定容积管进行计量，测量过程和原油的粘度、流速和相分布等参数无关，也和多相流体的流态无关，因此简化了非常复杂的多相流问题，实现了计量的快速、准确。目前的实验室结果表明，各相流量的计量误差可控制在：单相水 $\pm 1\%$ 左右；气液/油水两相 $\pm 3\%$ 左右；油气水三相 $\pm 5\%$ 左右。

管道式水下油气水分离装置概念设计





- **处理量：100000桶**
- **管径：≤16英寸**
- **重量：< 100吨**
- **油中含水：<1%**
- **水中含油：<1000ppm**
- **水深：不限**

管道式油气水分离与计量技术研究



挪威国家石油公司-托蒂斯项目：海底分离系统（英国北海）；可实现油气水砂分离；处理量可达100000桶/天；预计增产原油3500万桶；项目合作方：挪威国家石油公司、埃克森美孚、道达尔，2007年投入运行。

尺寸：30×40×20米

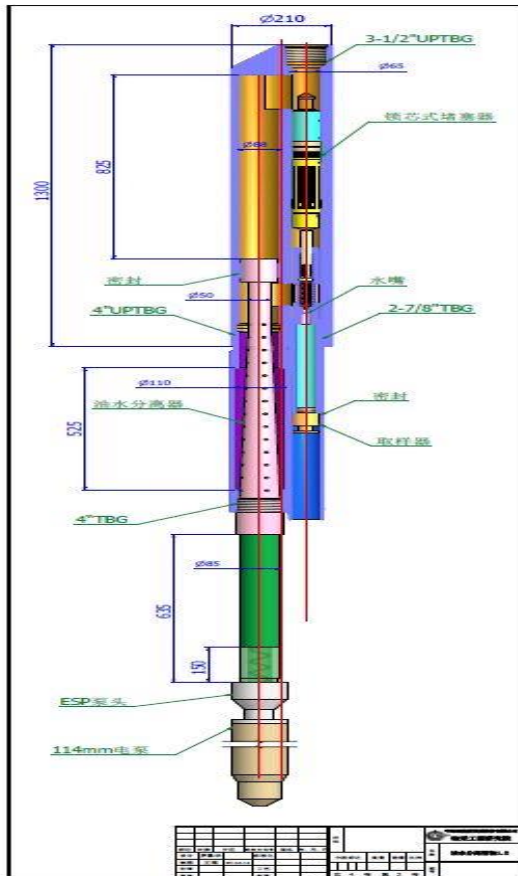
重量：1200吨

水深：220米

管道式油气水分离与计量技术研究

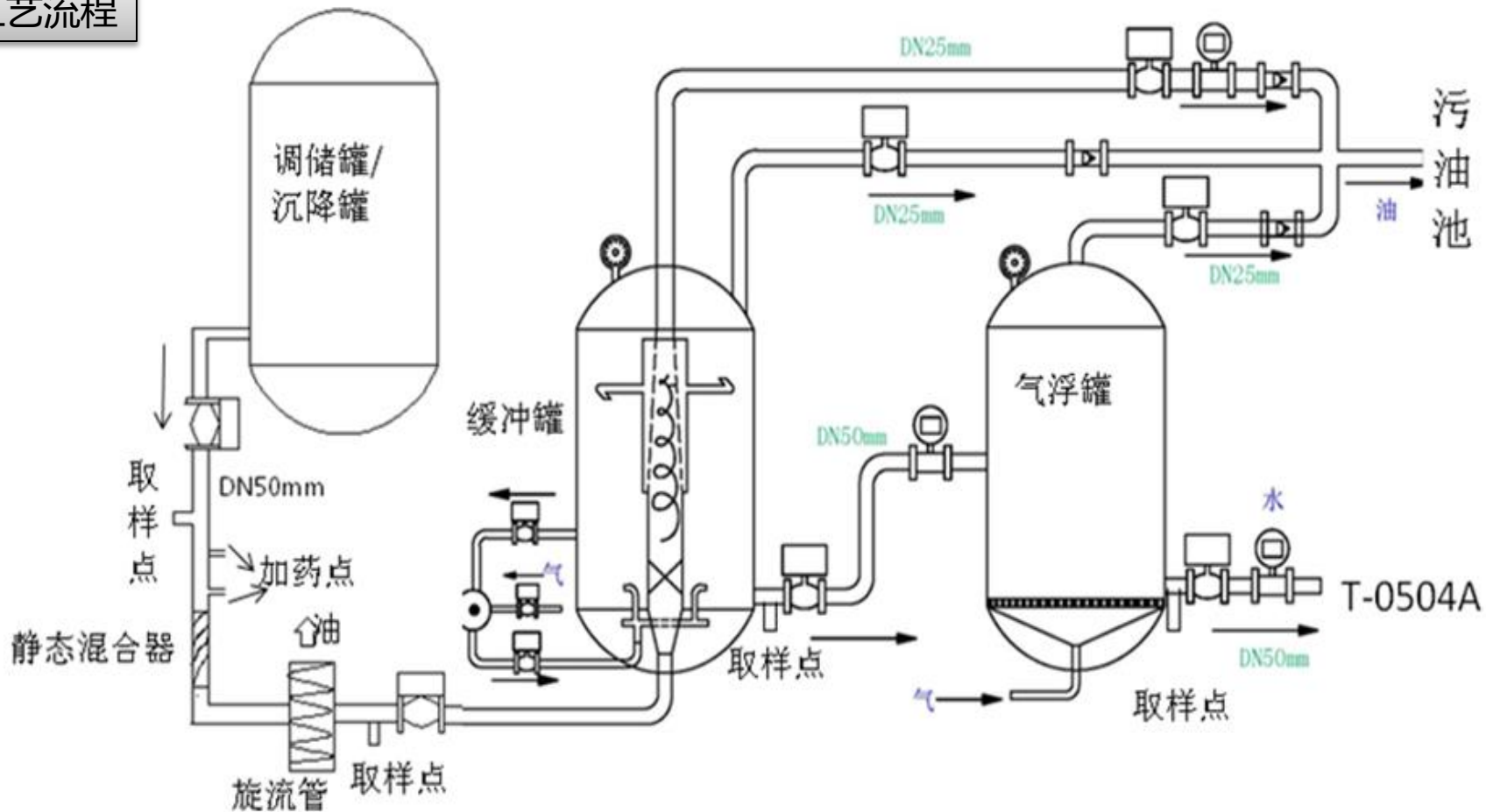


最大直径120mm、长2m的井下分离器，设计流量1200方/天，对80%含水的油水混合液，能分出65%的水量，水中含油对于1000ppm。



含油含聚污水处理装置

工艺流程





- 油田油气水处理技术面临的挑战
- 管道式油气水分离与技术研究
- 管道式油气水分离技术应用
- 结束语

1. 大庆九厂油气水多相分离

2009年新研制的油气水三相分离器在大庆油田第九采油厂经过三个月的连续运行试验证实：在42℃低温条件下，分离后，油中含（游离）水几乎为0，水中含油一般小于100ppm。



油气水多相分离器现场安装



油气水多相分离器运行取样

2. 渤西处理厂油气水三相分离



2010年在渤西处理厂用旋流管+T型管+ $\Phi 2.4 \times 12\text{m}$ 沉降罐代替原4个 $\Phi 4.8 \times 24\text{m}$ 沉降罐进行油气水分离。在 40°C 低温条件下，分离后，油中含水 $<3\%$ ，水中含油小于 100ppm 。

3. 辽河油田冷13站超低温油水分离



2011年将柱型旋流器用于辽河油田冷13站的油水分离生产线，用仅75mm直径、1.5米长的旋流管与一小沉降罐组合代替原300m³的大型沉降罐+5个66m³的分离罐的分离系统，在脱水温度仅32℃超低温条件下，分离后，脱水油平均含水率低至0.42%，污水含油仅1.5ppm，远远超出原系统的分离指标。该系统已在生产线连续运行5年。



4. 辽河油田冷3站超稠油的油气水分离



- 2014年将二级梯型管+旋流器+复合脱水罐的组合工艺用于辽河油田冷三站的高粘超稠油（粘度： 40Pas - 100Pas 、密度： 990 kg/m^3 ）的油气水三相分离生产线。
- 分离出合格的天然气，脱出60%以上含水量，污水含油率小于 200mg/l ，积杂小于 1000 mg/l ，在不加温、不掺稀油条件下，实现了超稠油的油气水分离，攻克了超稠油分离难题。

5. 辽河油田曙五联合站油水分离



管道式系统



原生产系统

- 2014年将旋流管（直径50mm、10个）+T型管（直径630mm）+复合脱水罐（200m³）的组合工艺用于辽河油田曙光采油厂的高粘特稠油（粘度：10Pas-50Pas、密度：950 kg/m³）的油水两相分离生产线。
- 在**不加温、不掺稀油**条件下，实现8000m³/d油水混合液量的分离。对含水90%的油水混合液，脱出70%以上含水量，污水含油率小于500mg/l，积杂小于500 mg/l。该系统年节省加热费用约600万元。

6. 辽河油田沈阳采油厂油气水分离



- ❑ 2015年将轴向旋流管+T型管的组合工艺用于辽河油田沈阳采油厂的高凝油的油气水三相分离生产线。用两个 $\Phi 100$ 的旋流管+T型管+4个 $\Phi 630 \times 2$ 米的沉降罐代替原190方分离器+2个700方沉降罐。
- ❑ 原流程：190方水出口含油为127ppm 由于700方罐没有除油装置，导致站内每三个月清一次油，需要停产。
- ❑ 现流程：设备出口含油32ppm积杂50ppm，190方罐出口含油19.3ppm，积杂90ppm（没加化学药剂）。

7. JZ9-3平台含油含聚污水处理



石油化工科学研究院分析报告单

送样单位: 中国科学院力学研究所
送样人: 张军
联系电话: 13501307830 010-62545099
送样日期: 2013年11月8日

样品名称: 1# 总入口
2# 50kg/m³ 一级出口
3# 工业七一级出水口
4# 50kg/m³ 工业六二级出水口
5# 30kg/m³ 二级出水口
6# 工业七二级出水口

样品名称	含油含量 (mg/L)	含聚量 (mg/L)	分析方法
1#	148.27	136.18	磁浮法、 gravimetry
2#	89.29	93.82	GB/T1684-1999
3#	247.14	22.47	gravimetry, 红外分光光度法
4#	770.96	188.36	gravimetry
5#	113.61	91.91	GB/T1684-1999
6#	292.76	23.08	

备注: 1. 本报告结果仅对样品负责, 不保证操作人员操作正确。
分析人员: 李学强 审核人: 李学强
分析单位: 石油研究所 审核人: 李学强

2013年将旋流气浮技术用于渤海锦州9-3平台**含聚污水处理**: 入口水中含油率为: 134.18ppm, 经处理后水中含油率为: 22.47ppm。

8. LF3-2平台含油污水处理



高效旋流
气浮装置

石油化工科学研究院分析报告单

送样单位：中国科学院力学研究所
送样人：
联系电话：
送样日期：2014年10月29日

样品名称：1#：入口流量 12m³总入口
2#：入口流量 12m³一级出水口
3#：入口流量 12m³二级出水口
4#：入口流量 12m³二级出水口
5#：入口流量 14m³总入口
6#：入口流量 14m³一级出水口
7#：入口流量 14m³二级出水口
8#：入口流量 14m³二级出水口

样品名称	总浮油含量 (mg/L)	油含量 (mg/L)	分析方法
1#	1040	21.409	总浮油：重量法
2#	1021	20.872	GB/T1901-1989
3#	1080	21.296	总含油：红外分光光度法
4#	976	21.229	法
5#	812	8.178	GB/T1688-1996
6#	852	13.814	
7#	708	13.806	
8#	830	4.087	

备注：1.本报告单只对样品负责，上述送样人及时提供样品。

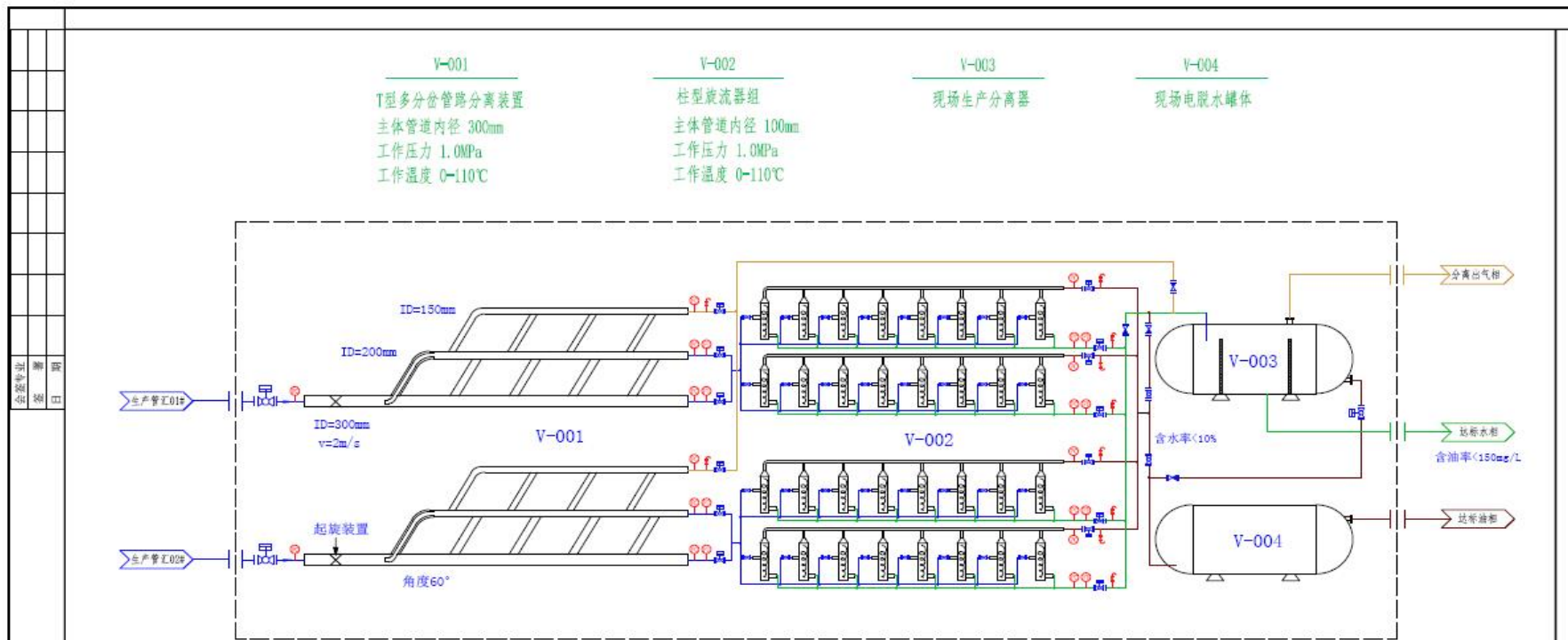
分析人员：张超
分析单位：第25研究所
审核人员：张超
持单人员：李福

2014年将微孔气浮与旋流技术结合用于南海陆丰13-2平台的含油污水处理，将含油从30ppm降到13ppm，最好情况时含油从30ppm降到4ppm。

管道式油气水分离与计量技术研究



10. LH-FPSO油气水分离系统



2015年将T型管+32个Φ50旋流管组技术用于南海流花FPSO平台油气水分离，实现日产油:1200方，气：15000方，水：23000方的精细分离。

设计	审核	批准	日期	IMECAS-LH-001	比例
绘图	设计	校核		流花胜利号原油生产 管道式油气水处理系统工艺流程图	重量 (kg)
审核	审核	审核		中国科学院力学研究所	版次 A
版次	日期	说明	修改	校对	审核

管道式油气水三相分离技术论证



- 管道式油气水分离技术是一种适用于不同油品、不同生产和操作条件的新型油田产液处理技术；
- 该技术具有占地少、重量轻、效率高，工艺简单、操作方便、使用简便等特点；
- 该技术已成为我国油田生产的实用技术。推广使用后，对油田的节能减排、省投增效具有重要作用。



- 油田油气水处理技术面临的挑战
- 管道式油气水分离与技术研究
- 管道式油气水分离技术应用
- 结束语

经过近20年的不懈努力，已基本攻克油田采液处理所面临的深海水下分离、采油井井底分离、超稠油分离和含聚污水处理、油气水三相计量等技术难题，已获得国内发明专利20多项，申报国际发明专利1项；

10多年与中海油、中石油、中石化的合作研究，让我们了解了生产实际，解决了生产实际问题，使科学理论发挥出了实际应用价值；

科学理论必须与生产实际相结合并引领技术进步才能显示出它强大的生命力，钱学森先生技术科学思想的精髓就是从生产实际中提炼科学问题并引领技术的进步。



谢 谢 !