

工程管理教育与企业研发

吴 应 湘

中国科学院力学研究所

2011年7月

目 录

- 引言
- 教育体系
- 企业研发
- 研发实例

引言

科学：关于客观世界各种事物的本质及运动规律的知识体系。旨在揭示宇宙万物的本质特性和规律。（**认识世界**，公式、公理、定理、准则）

科学的特点：理性客观（可重复验证）、可证伪、（一定范围的）普适性。

科学性：就是符合客观实际的真实属性，是主观认识与客观实际能够实现统一的属性。

科学研究：使主观认识符合客观实际和探索创造符合主观认识的客观实际的实践活动过程。

科学知识：符合客观实际的主观认识

科学理论：符合客观实际的普遍规律

科学发现：首次揭示出客观实际事物本来面貌的内容

科学发明：变革现实使它产生从未有过的客观实际

科学思考：按照客观事物之间的实际联系与客观规律进行的思考

科学分析：运用科学思考的方法分析事物与问题

科学决策：依据科学分析作出的能够实现预期目标的决策

科学态度：通过多方面重复的或普遍的实践检验与科学思考，看主观认识是否符合客观实际，在多大程度上、符合什么样的客观实际，能否创造出符合主观认识的客观实际的态度。用科学态度指导个人行为与社会实践的思想称为科学意识或科学精神。

技术：人类根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法、技能、措施、手段（器、具、技、法）。

技术的特性：条件性和目的性

条件性是指技术必须受科学规律的支配，必须满足自然科学原理；同时，技术还必然受到客观环境和条件的制约，必须顺应客观环境和条件。

目的性是指技术发展和使用的宗旨就是为满足人类某种特定的客观需要。这也是技术的价值所在和技术与科学的本质区别。

技术是人类生产力发展水平的标志（石器时代、铜器时代、铁器时代、蒸气时代、电气时代、信息时代）。

技术是随着时代的进步而不断发展延伸的。技术是生产力，体现在技术能够方便人们的生活，提高效率，节约成本，不断满足人们生产生活的各种需要和欲望。

工程：人类将自然科学原理和技术手段应用到生产实际的一切活动（改造世界）。

毛泽东认为：人类的一切活动可归结为认识世界和改造世界，关键在于改造世界。

学术界已普遍认同：科学和工程是推动社会和经济发展的两大主要动力。

工程是人类为了更好的生存和更快的发展，应用有关的科学知识和技术手段，通过一群人的有组织的活动将某个（或某些）现有实体（自然的或人造的）转化为具有预期使用价值的人造产品的过程。

工程管理则是针对具体工程而进行的决策、计划、组织、指挥、协调与控制的行为。一般来说，工程管理具有系统性、综合性、复杂性。

工程管理学科

现代社会已形成知识大爆炸（全球每天新产生上百万篇各种形式的论文），人们学习知识的专业性越来越强，知识面越来越窄。

社会生产越来越精细，社会分工越来越明确，专业之间的隔离越来越明显。

人类生产活动的规模越来越庞大（两弹一星、载人航天、三峡、南水北调、深海开发；全球气候、大洋勘探、外太空探索、热核聚变）

现代社会生产要求一些具有较广泛的知识面、较全面的知识结构的人员对整体工程项目进行决策、计划、组织、指挥、协调与控制，即要求具有复合型技能的人才。

工程管理是一门关于计划、组织、资源分配以及指导和控制带有技术成分经济活动的科学和艺术。它不仅包括了项目管理，同时也包括了所有以科学、技术为基础的机构的商业运作，如系统工程、产品与服务的开发、以及长期的商业和技术发展战略。

工程管理是一门在工程技术领域涉及项目组织、规划实施、资源配置、技术应用、优化组合、提升效率等方面的知识系统的学科。旨在为工程项目提供科学决策、选取合理方案、确认技术路线、获取最佳效益、为企业在技术方面的可持续发展起到保障作用。

工程管理=工程技术+经济/技术管理

工程管理教育体系

- 工程管理专业的培养目标是培养适应现代化建设需要，德智体全面发展，具备相关领域工程技术的基本知识、以及经济管理和法律方面的基本知识，掌握现代管理科学的理论、方法和手段，能在国内外工程建设领域从事项目决策和全过程管理，具有较强实践能力、创新能力、组织管理能力的高级工程管理人员。

工程管理内涵

- 立项管理（必要性、可行性、经济性、安全性）
- 设计管理（设计文件是审查批准工程开工的必备条件，也是组织工程施工的主要依据）
- 施工管理（施工组织、开工条件、施工预算、施工监察、竣工验收）
- 设施管理（设备选型、采购/监造、运输、验收、安装、调试）
- 资金管理（工程资金管理的目的就是要合理地使用资金，以较少的投资完成既定的工程量，提高投资的经济效益）
- 审计管理（审计监督管理制度是根据国家有关法律、法规、政策、财经纪律和财经制度制定，对企业生产经营活动的全过程行使监督之职责，确保企业生产经营活动的合法性、合理性与真实性）
- 竣工管理（工程质量审核、性能测试、项目验收）
- 技术资料管理（与工程项目有关的所有技术资料的重力、分类、存档）

知识结构

- 掌握本工程领域的基础理论知识（数学、物理、力学、化学）和实践技能
- 掌握本工程领域的设计规范和技术要求
- 掌握相关的管理理论和方法
- 掌握相关的经济理论
- 掌握相关的法律、法规
- 具有从事工程管理的理论知识和实践能力
- 具有阅读工程管理专业外语文献的能力
- 具有运用计算机辅助解决工程管理问题的能力
- 具有较强的对工程技术问题的判断力和决断力

企业研发

中国制造 → 中国创造？

如何突破国外的技术垄断或
技术品牌？

企业研发是企业为了自身发展而投入人力、物力进行技术革新和创新（新工艺、新技术、新产品）的研发活动。有主见和远见的企业工程管理人员将会非常重视企业的研发能力。

知识经济时代，技术创新被视为创造策略性竞争优势的重要手段，自主创新是每个企业赖以生存的根和魂。因此，研发管理必然纳入企业整体组织的策略构架中。面对技术环境快速变化的中国企业，也在苦苦探索获得具有持久竞争优势的研发管理途径。如何建立研发创新体制、如何持续优化研发管理必将是企业最先考虑的问题。

我国高科技研发管理现状

- 根据瑞士洛桑国际管理开发研究院发表的2009年度《国际竞争力分析报告》，我国科技人力资源总量排世界前列（2008年）：
- 科学基础设施：10位；技术基础设施：32位；健康/环境/教育：42位（总排名：31位；1998：13；1999：25；2000：28）
- 全国R&D人员、企业R&D人员：第一位（美、日、法、德：58%、57%、28%、19%）
- 企业R&D总经费、科学与工程学位占全部学士学位的比重和发表的科学与技术论文数3项指标：第5位
- 全国R&D总经费和授予本国国民的专利数：第6位

- 我们的研究人员数量是世界之冠，但我们的产出、我们的科技竞争力，却排在世界第31位。（前20名的国家几乎囊括了世界上所有的发明创造，20名之后的国家发明创造可以说是微乎其微。）
- 我国企业界对这个问题的认识还有一定距离（20%的企业高层对本身技术定位为世界先进水平，而72%的高层认为本身技术是国内先进水平；而40.9%的公司对其主导产品的技术水平认为是国际先进水平，57.4%的公司认为其产品是国内先进水平；25.2%的公司认为其主导产品的技术水平属于国际领先，26.1%认为是落后国际1年以内，37.4%认为是落后国际1-2年，11.3%认为是落后国际2年以上）。
- 很多企业对于产品技术的归类是采用从宽认定的准则。大部分（大约70%）的所谓国际先进水平的产品只限于产品中的一小部分是属于国际领先，而不是全部产品。

根据《国际竞争力报告》分析，影响我国高新技术产业发展有四个方面：

- 研究与开发财力不足（全国人均R&D开支，排名40位）
- 科技人力资源质量偏低（我国研究与开发人员数量连续多年居世界第一位，但是“获得合格工程师难易程度”得分4.172分，排名倒数第一）
- 科技管理水平低下（科技评价体系在某种意义上起到了副作用）
- 人力资源、财力资源利用效率不高（我国人力科技成果转化率先排名第39名，“受过良好教育的人才”排名第40名）

- 目前，任何企业对技术的重要性的认识程度都是一样的。但对如何，特别是如何有效地保持技术的先进性和发展新技术的作法却有很大的差异。主要体现在如何制定研发战略、如何构架研发模式、如何实施流程管理、如何配置人才体系、如何激励研发激情、如何提升研发水平、如何保障持续发展等方面。（这些方面往往都是仁者见仁、智者见智、花样百出、莫衷一是。需要当事人根据当时的天时、地利、人和及时决策、随时调整）

- 研发战略方面缺乏清晰的目标和思路：研发工作基于一时灵感或短期需求，没有连续性和长期性，大多数人不知道研发的中长期方向是什么(如技术路线图、产品路线图以及产品组合管理等)，企业没有明确的标准来衡量和指引整个团队的长期工作。
- 多数企业未深入思考如何有效架构组织以符合企业长期发展的技术研发特性，包括研发类型(基础研发、技术研发、产品应用研发、解决方案研发等不同类型)、研发驱动因素(知识变化速度、不同学科知识的相互依赖度、市场变化速度)，因此，不能采用合适的组织架构模式。另外，在组织架构中的角色分工模糊也是一个常见的问题，日常大量的具体研发工作会导致项目组的角色定位以及不同层级员工的职责变得模糊不清，从而致使整个部门的能力不能得到有效提升。

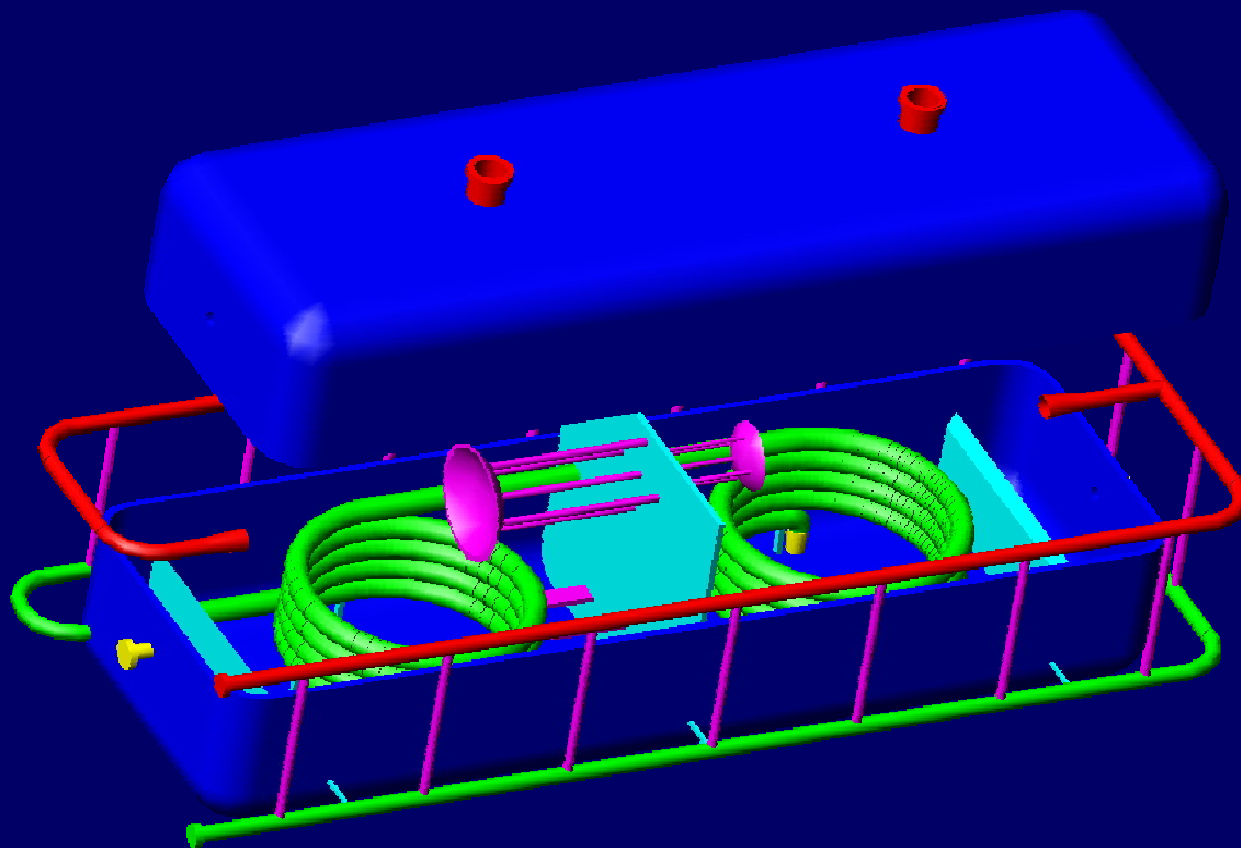
- 到目前为止，研发管理思想还处于陈旧的管理模式，致使许多企业的研发活动成为了“孤岛”，而不能贯通企业价值链(包括与其关系最紧密的营销/销售、采购、生产)，研发活动往往被“纯粹技术化”，而技术的商业成功率、可制造性、客户满意度、对公司竞争地位的贡献等因素未能被恰当地引入到对研发成效的衡量中。
- 多数企业未深入思考如何有效架构组织以符合企业长期发展的技术研发特性，包括研发类型(基础研究、技术研发、应用研发、方案研发等不同类型)、研发驱动因素(知识变化速度、不同学科知识的相互依赖度、市场变化速度)，因此，不能采用合适的组织架构模式。日常大量的具体研发工作导致项目组的角色定位以及不同层级员工的职责变得模糊不清，从而致使整个部门的能力不能得到有效提升。

- 随着业务快速发展，研发工作的战线变长，人员需求量变大；市场的发展和竞争态势也要求企业拥有更多的高级人才，包括单一领域的高级人才、复合性技术管理人才、以及跨学科/跨领域的复合性技术人才。人才的缺乏往往成为企业进一步扩张的瓶颈，而企业在人才培养方面，往往采用顺其自然或粗浅的方式，这使得人才的成长速度远远跟不上企业发展速度。
- 对于研发人员来讲，需要给予激励以激发其研发激情。但不同阶段的激励需求是有区别的，这一点并非所有研发管理者或人力资源管理人员都能充分了解。研发人员在职业生涯的不同阶段，对于不同激励方式的重视程度是有区别的。例如，对于刚参加工作的员工来讲，薪酬和成长机会是最重要的，而对于经验丰富的研发人员，工作环境和决策就成为其留在企业工作的最大动力。

- 研发的目的是为了改善工艺、改革技术、研制新的产品，是一种对已知知识的实现过程。对研发而言，程度上有难易之分、时间上有远近之分、方式上有借鉴和创造之分。但研发必须有成果，并将成果转换成有价值的实用技术并在工程上实现其价值。研发只有成果大小的差异，没有成功与失败的区别。这一点与科研有本质的不同。
- 研发投入是一笔巨大的赌注。成功的企业能从中获得丰厚的回报，持续推出成功的新产品或有效延续老产品的生命周期；反之，也有许多企业研发部门的研发成果总是令人沮丧，导致公司逐步丧失竞争力。因此，领先企业或希望在全球业务竞争中获得一席之地的公司都会逐步加大研发投入。当然企业的研发应该方法得当，措施得力，方向正确，目标明确，源源不断地产生新方法、新工艺、新技术、新产品，确保企业长久的可持续发展。

研发实例

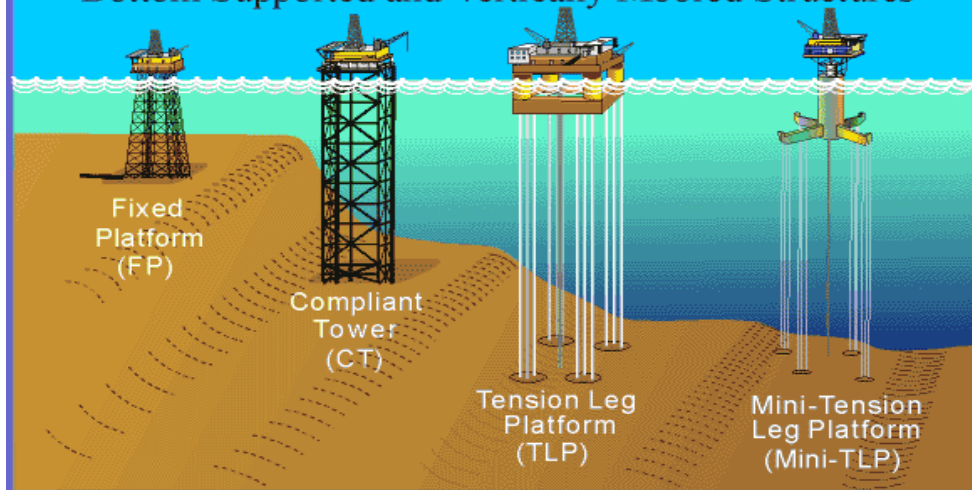
油气水多相分离技术



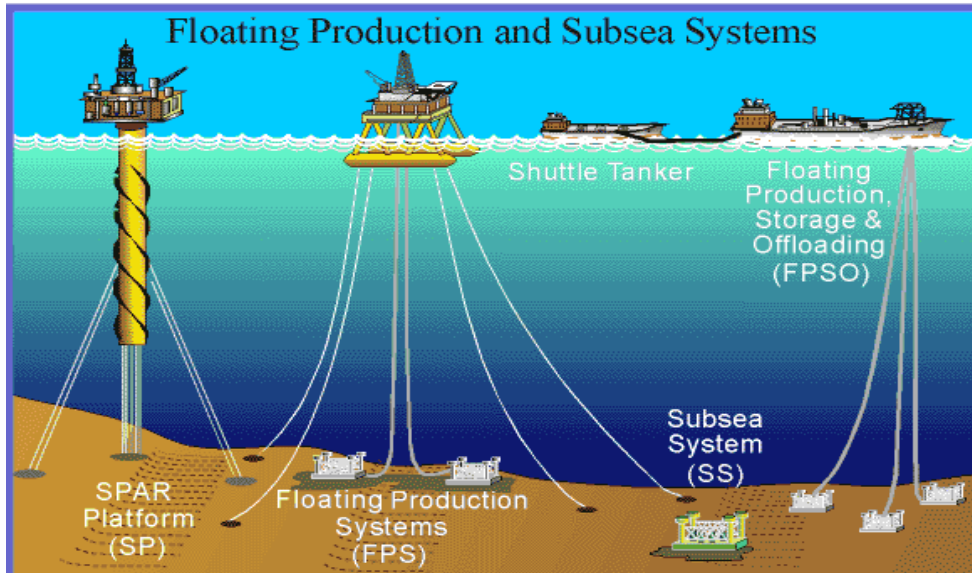
2002年提出重力、离心、膨胀式分离器设想

Deepwater Development Systems

Bottom Supported and Vertically Moored Structures



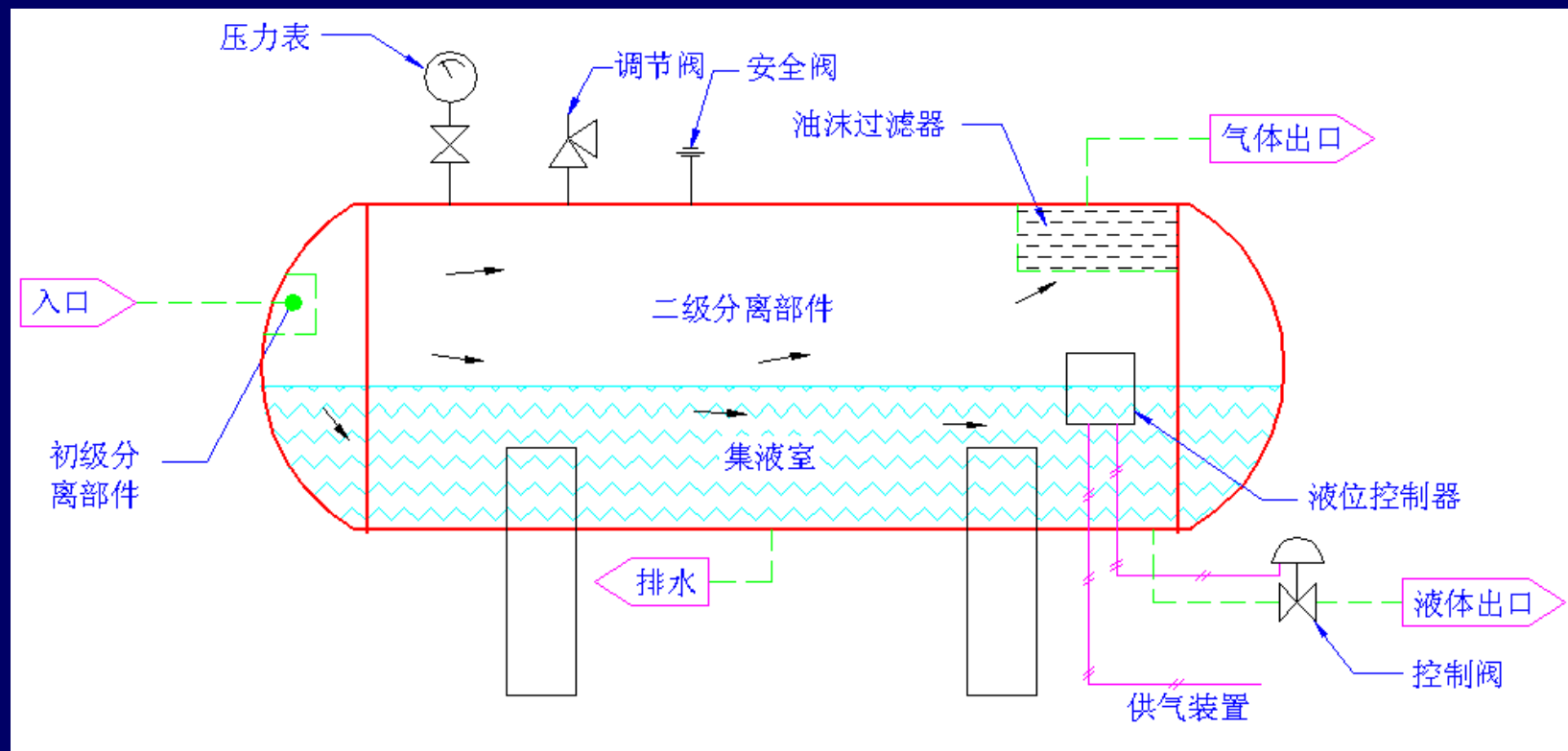
Floating Production and Subsea Systems



如何实现高效分离？

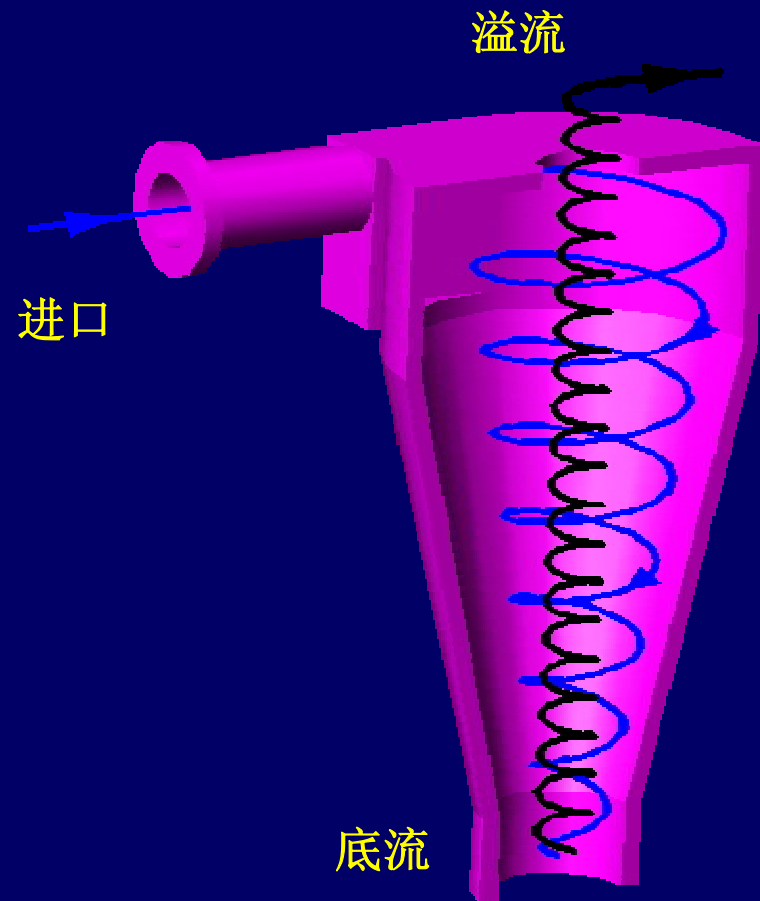
重力分离：

$$F = (\rho_2 - \rho_1)gV$$

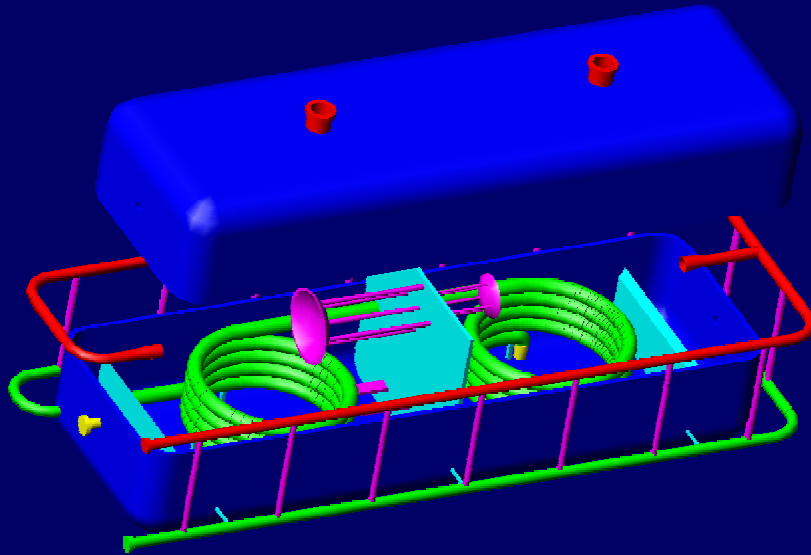


离心分离:

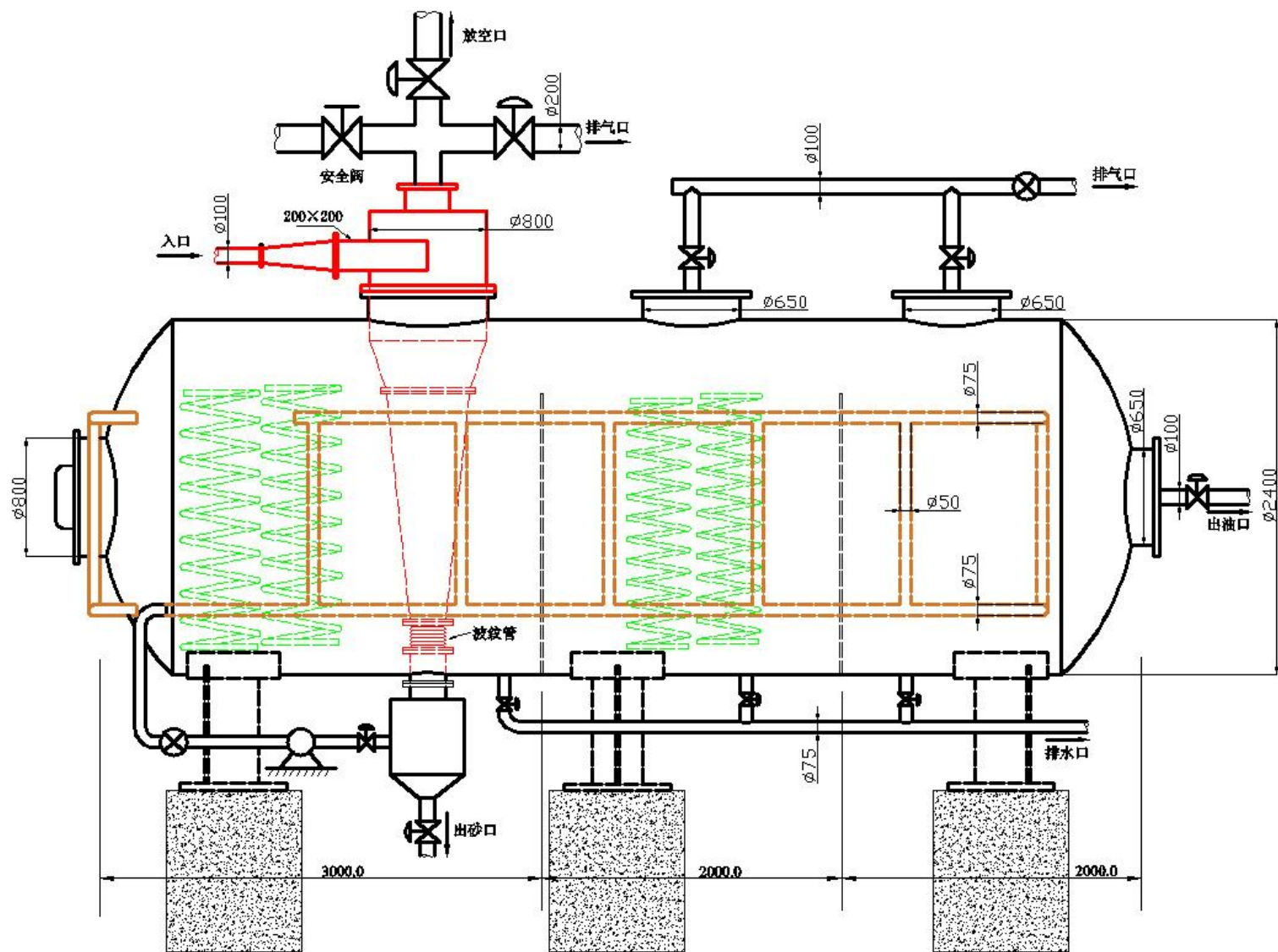
$$F = (\rho_2 - \rho_1) r \omega^2 V$$



旋流分离器流型示意图



华北油田采油二厂



大庆油田分离器结构示意图





复合式分离器现场取样化验结果

总流量 (m3/h)	来液含水 (%)	分离后乳化 水 (%)	分离后游 离水 (%)	分离后总 含水 (%)	1#水出口	2#水出口	3#水出口	总水出口	
11	85.5	32	0	32	2029	2028.8	2029	2028.8	开始运行
11	91.4	28	0	28	610.6	2032	2026.2	1875.6	运行半个小时后
11	89.4	26	0	26	2028.4	2029.6	200.2	1648.4	运行 1 个小时后
13	88.5	38	53.9	69.1	254.6	57.2	15.8	226.8	由于启动两台外输泵，来液量突然增大， 受到冲击，分离器出油含有游离水
8	92.9	38	0	38	202.7	105.1	34.5	84.7	
6	80.7	36	0	36	231.8	202.8	202.4	212.8	
8	90	15.5	0	15.5	72.3	8.7	12.8	53.1	加破乳剂
6	89.1	10	0	10	116.2	97.5	75.3	81.6	
6	90	14.5	0	14.5	110.96	104.66	37	80.3	
11	90	15	0	36.3	110.2	40.1	15.8	96.3	
11	89	12	0	31.3	102.1	92.9	78.6	94.8	
7	93.2	1.8	0	1.8	93.8	116	36.2	83.5	
3	97.2	7	0	7	90.2	83	26.1	66.3	
3	97.2	4	0	4	114.1	88.9	68.7	74.5	
5	88	7.5	0	7.5	108.8	96	40.5	93.5	
5	87	34	0	34	81.2	40.1	13.1	55.9	
5	89	3	0	3	94.1	98.9	78.6	86.9	
6	90.1	3.5	0	3.5	95.8	87.1	32.3	71.1	
6	87.5	2.4	0	2.4	119.7	93	74.9	79.3	
7	88.2	1.9	0	1.9	114.4	100.1	46.7	98.3	
11	90.1	4	0	4	263.97	176.95	214.53	218.23	换破乳剂
10	88.6	3	0	3	214.33	130.23	164.1	180.45	
8	85.4	2.4	0	2.4	154.18	9.34	418.14	231.21	
12	83.2	4.7	0	4.7	417.56	211.34	227.76	236.87	
9	84.3	2.6	0	2.6	245.86	158.85	243.53	228.15	
7	87.8	3.4	0	3.4	190.38	56.06	358.57	183.92	



陆丰13-1平台



药剂	流量 (总)	流量 (R上)	流量 (T上)	含率 (总)	含率 (R下)	含率 (T上)	含率 (T下)
清水剂	11.5T	7.8T	3.2T		500ppm	780ppm	41ppm
清水剂	18.1T	12.5T	3.7T				52ppm
无	18.1T	12.5T	3.7T				76ppm
无	18.1T	12.5T	3.7T				76ppm
浮油剂	18.1T	12.5T	3.7T				53ppm







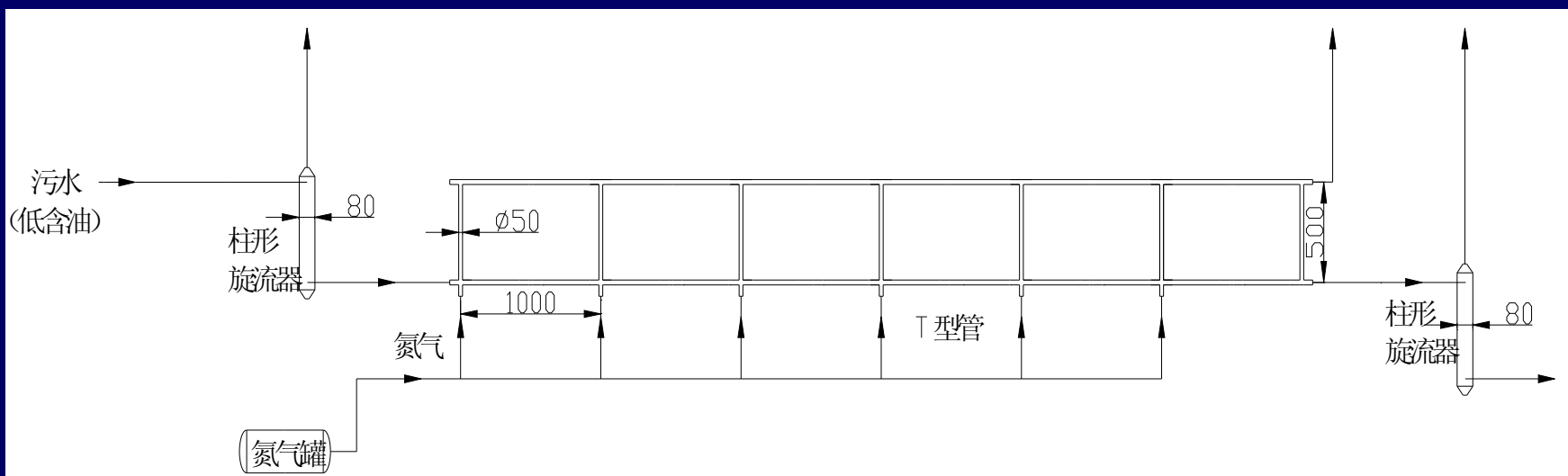
化学药剂	入口含油率 (ppm)	R1下含油率 (ppm)	T上含油率 (ppm)	T下含油率 (ppm)	R2下含油率 (ppm)
7050	20.2	13.0	19.0		12.0
7050	21.0	13.9	10.9		8.3
9060	31.1	23.4	22.2	27.4	14.6
9060	42.8	34.0	22.8	20.1	10.3
9060	38.4	32.0	21.6	24.3	10.7
9060	32.3	30.1	22.6	22.5	9.7





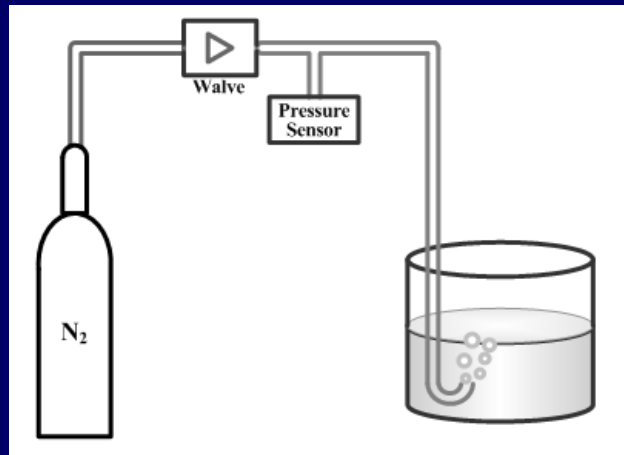
流花平台污水处理T型管+ 旋流管+气浮技术

流花平台高密度，超稠油的油水分离及其相应的含油污水处理系统改造示意图，该套试验方案主要依据陆丰13-1的实验结果设计的。此外，在该套系统中我们添加了气浮技术，即在T型管的底部应用了动态气浮技术，用氮气作为气源，纳米膜作为微米量级气泡的生成介质，希望应用此技术将管道中的微小油滴带出，进入T型管的上出口，从而起到净化污水的作用。

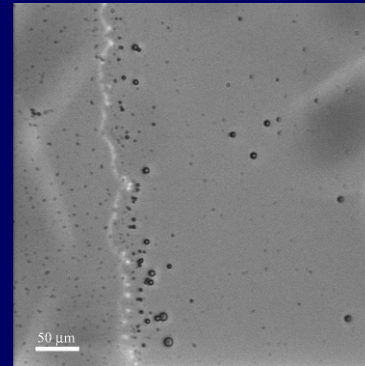


微气泡生成技术

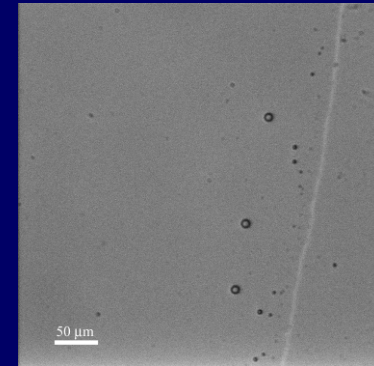
室内实验装置1



100ppm白油原始溶液(左)与通气后溶液(右)的对比

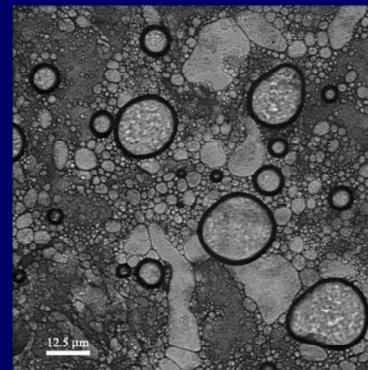


(a) 通气前原始溶液中的油滴

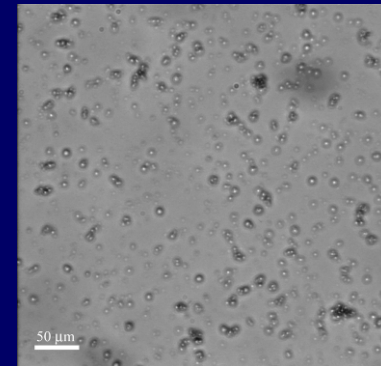


(b) 通气后溶液中的油滴

图3. 原始溶液及通气30分钟后溶液液滴图比较



泡沫中的油滴和残余气泡

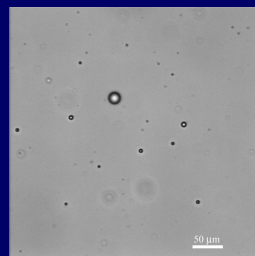
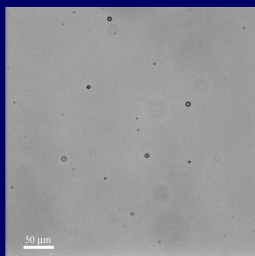
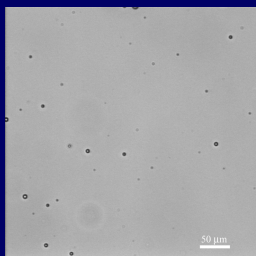


泡沫消失后溶液中的油滴

气浮技术室内试验研究



加气装置（左图），气浮结果（右图）



(a)通气前原始溶液 (b)通气后烧杯中溶液 (c)通气后泡沫液

原始溶液、通气后烧杯中溶液和通气后泡沫液中的图像

➤ 从白油静态实验(油滴尺寸一般 $\phi 5-10\mu\text{m}$)中，可以确定通气10分钟产生气泡能使泡沫液中油浓度提高50%；

➤ 原油中观察到的油滴尺寸略小一些，仅约 $\phi 1-5\mu\text{m}$ ，通气实验中也观察到了白油实验中类似的现象，即表面泡沫液中油浓度增大；

➤ 从动态气浮结果能够看出，纳米膜尺度筛选和活性剂类型对于油水的分离有着重要的影响；

流花平台试验



实验装置



加药装置（发泡剂）



动态气浮



旋流管道

现场试验

采用DN50旋流器，加发泡剂，使纳米气泡更加稳定。此次试验分为三个部分：（1）将系统安装在进入现有的离心分离器前，来液的含油约为300ppm左右；（2）将系统安装在现有的离心分离器后，来液的含油约为几十个ppm；（3）静态试验观察气浮选效果。每个方案实验的次数为5次，分不同的入口流量进行测量。



一级旋流管



气体流量计



发泡剂加入位置

进口 流量	进口 压力 (bar)	T型管出 口流量 (ST/H)	T型管水 进口 (ppm)	T型管水 出口 (ppm)
10ST/H	3.5	8.6	28	19
	3.5	9	30	21
	3.5	9.3	30	16
5ST/H	4.5	4.7	27	16
	4.5	4.8	27	15
	4.5	4.9	26	16

现场实验结果

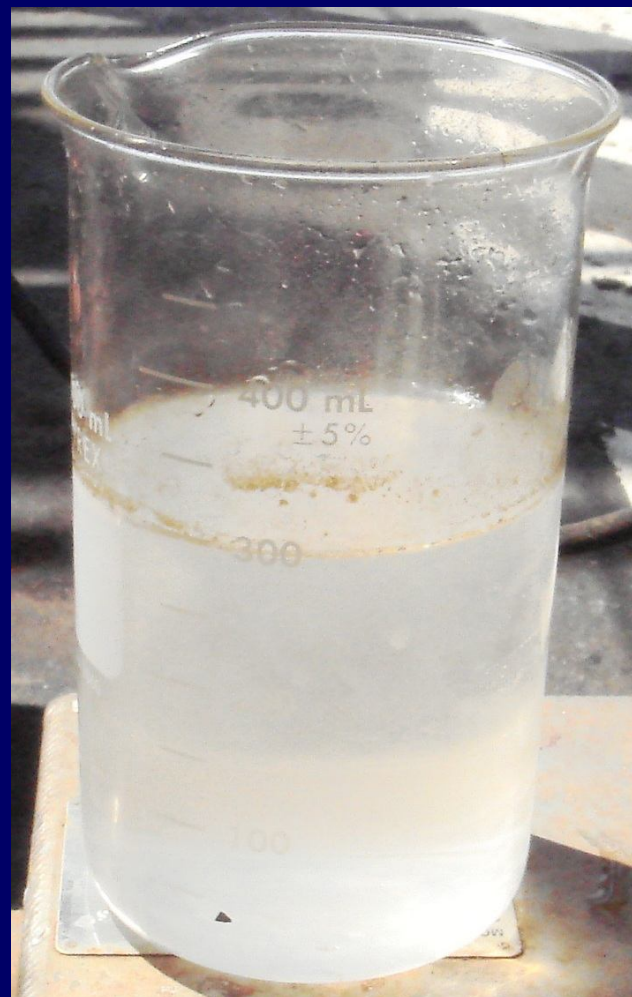
将设计的“T型管 + 旋流管 + 动态气浮”的小型装置运至现场进行了两次实际运转。下图给出了实验结果（现场测试员提供）。其中序号1为安装系统后十分钟，流动非稳定时测试的。当系统连续运行四个小时后，连续测试（序号2-7），最好的分离能达到12ppm。

“T型旋流管+动态气浮”分离现场试验数据

序号	进口数据	水出口数据	气出口数据	油出口数据	接近进口的出口的数据	Hydrocyclone 出口数据	来液	备注
1	34	28					水力旋流器出口	
2	38	14						
3		12	55	12	564			
4	215	37					分离器出口	
5		82 (气)						加氮气
6		145 (无)						未加氮气
7		61				69		



来液出口 (350ppm)

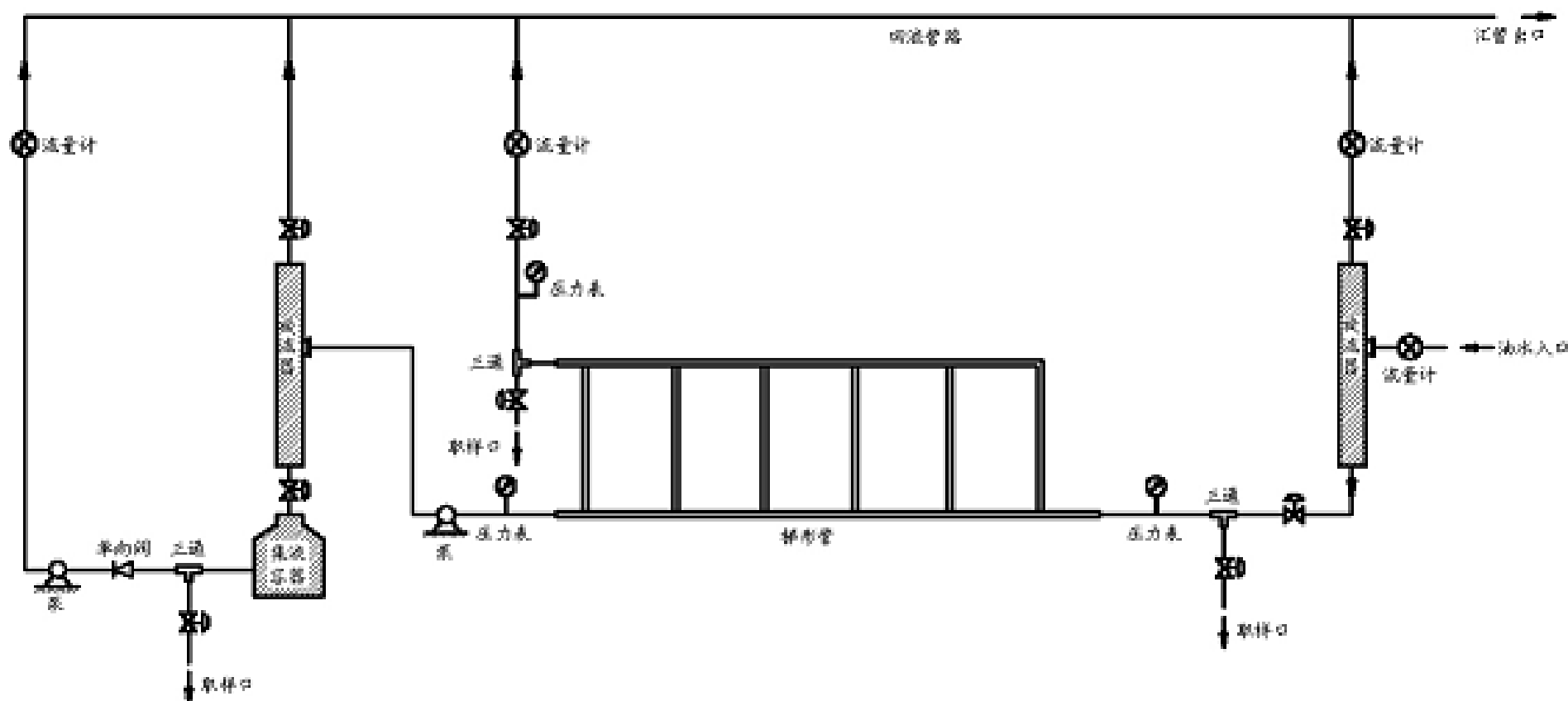


现旋分器出口 (69ppm)



T-TUBE出口 (61ppm)

T型管+旋流管的管道式油气水分离技术



Tordis

Three phase separation and boosting in 220m water depth, 12 km step-out

- | | | | |
|-------------|--------------|---------------|---|
| » Client: | StatoilHydro | » Deliveries: | Gas/oil/water/sand separation station incl. |
| » Location: | North Sea | | Multiphase pump & Single phase pump, |
| » Delivery: | 3Q 2007 | | Sand handling system |

Highlights

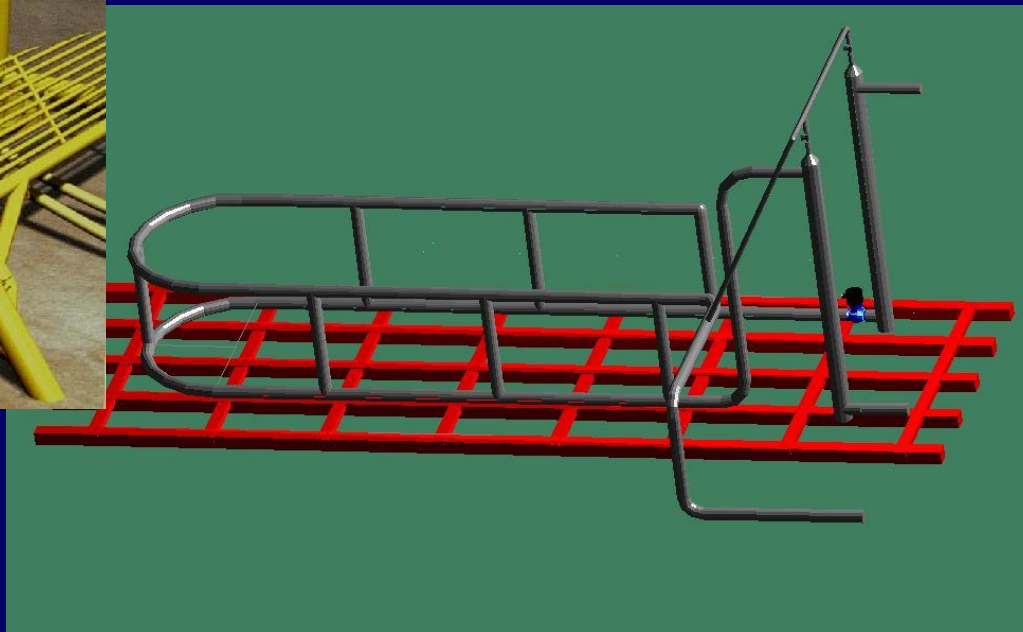
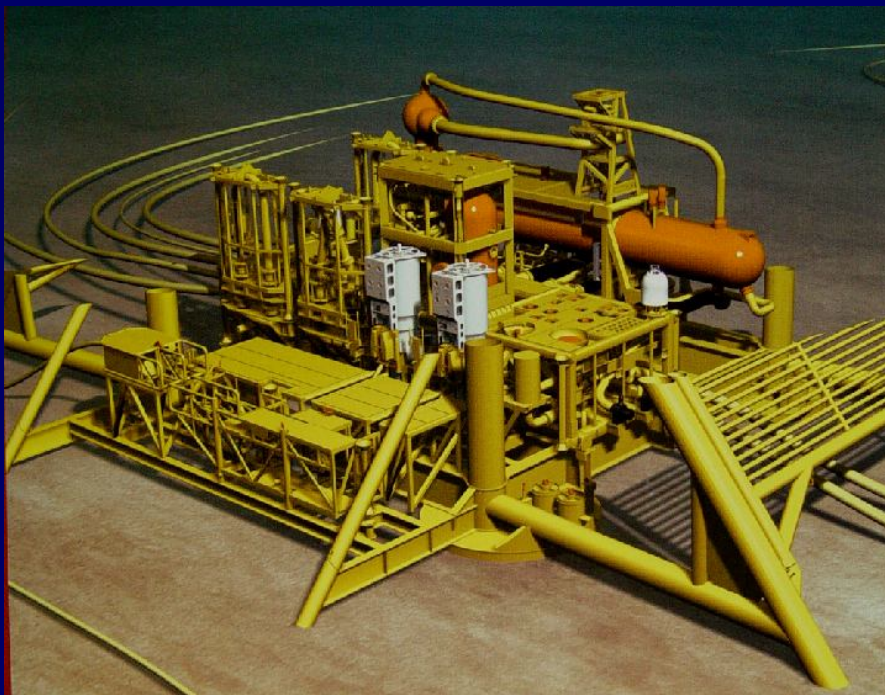
- » 35 Million extra barrels of oil increasing the reservoir recovery from 49 to 55%
- » World's first system for full field subsea separation and integrated sand management
- » Size: 30 x 40 x 20m, 1200 Tonnes



Status

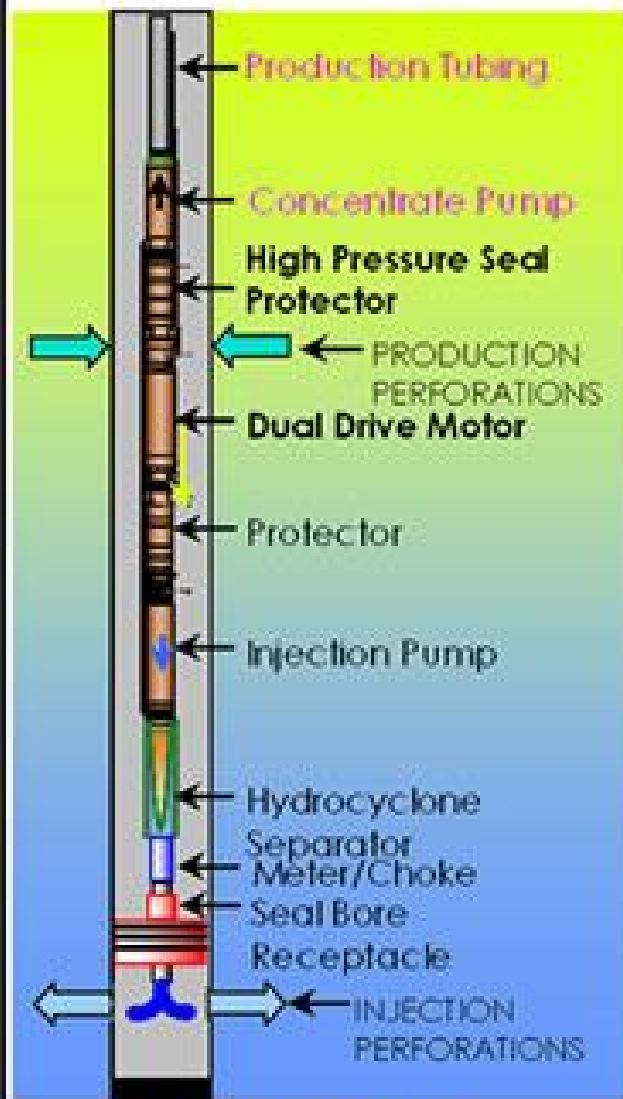
- Installed in Fall 07
- In Operation since December 2007
- Increasing oil production from the Tordis field

水下高效油气水分离装置概念设计

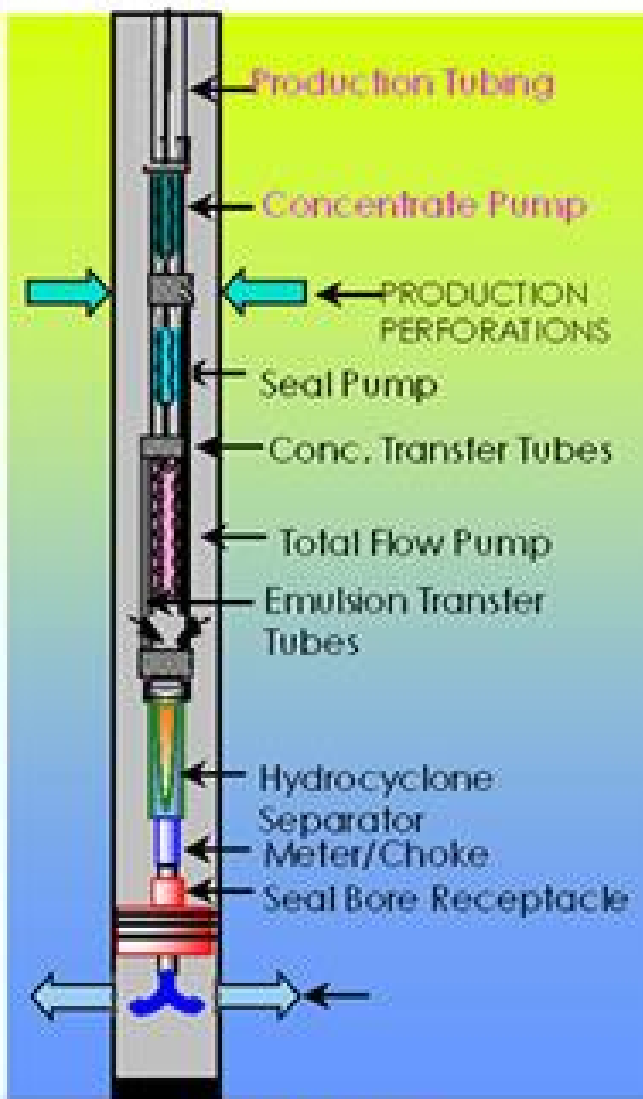


- 处理量: 100000桶
- 管径: ≤ 16 英寸
- 重量: < 20 吨
- 油中含水: $< 10\%$
- 水中含油: < 1000 ppm

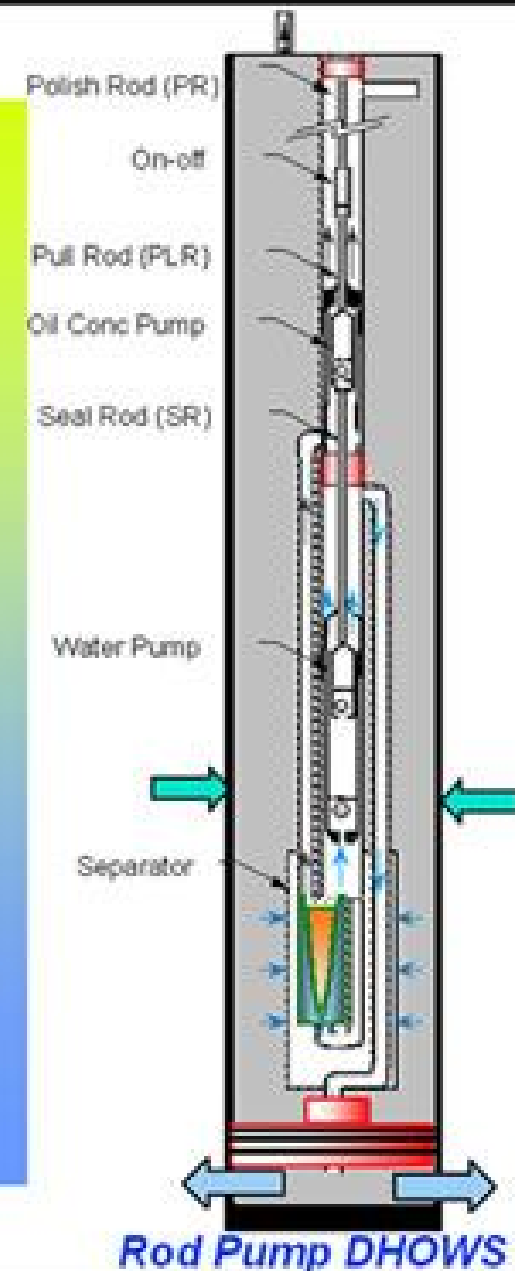
油水井下分离是一种新兴的油田采液处理技术，它将油水分离装置安装在井底，分离出产液中的绝大部分水直接注入地层，只将富含油的一部分液体送到地面，从而极大地简化了产液的水处理系统，能节省相应的巨额费用。因此，该技术近年来引起了石油工业界和相关技术领域的高度重视。



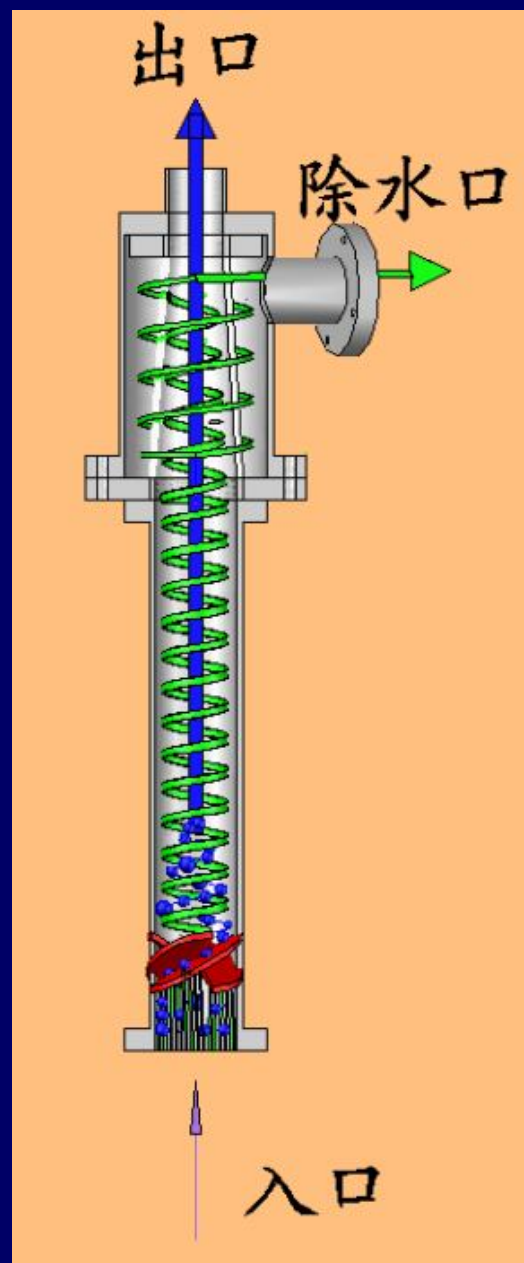
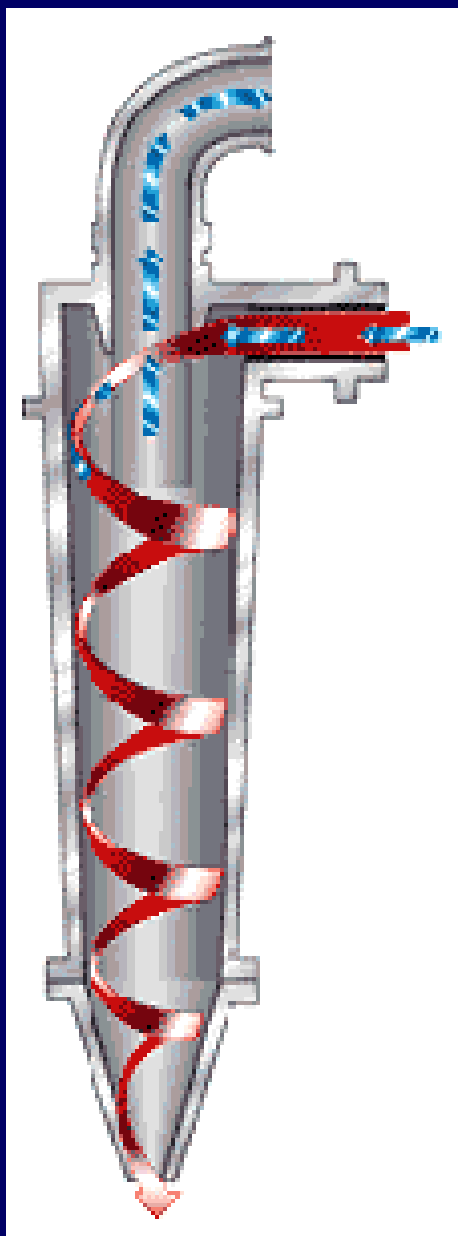
ESP DHOWS



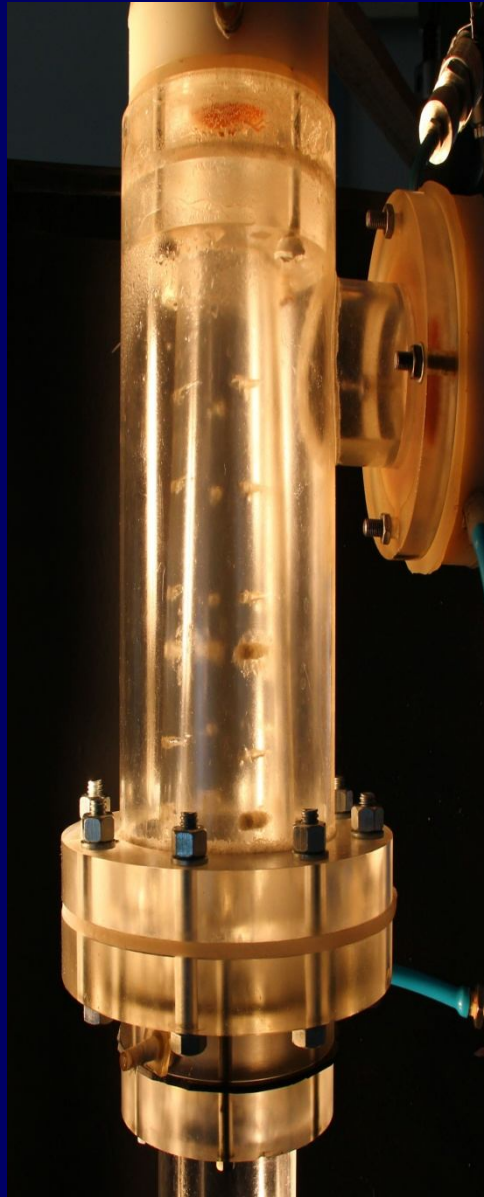
PCP DHOWS



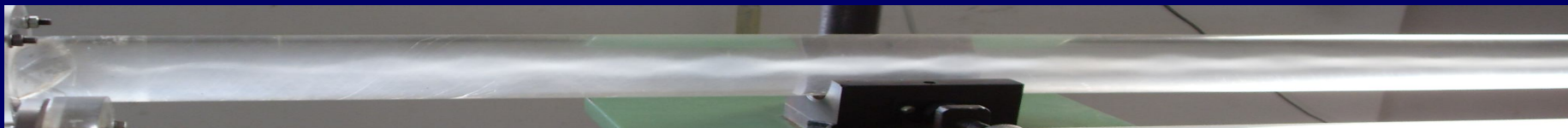
Rod Pump DHOWS



使用叶片导流和旋转射流取水技术







谢谢！