



过程设备机械设计基础

主讲： 陈建钧

电话： 64253622

email： jjchen@ecust.edu.cn

website： www.chenjj.org

使用教材



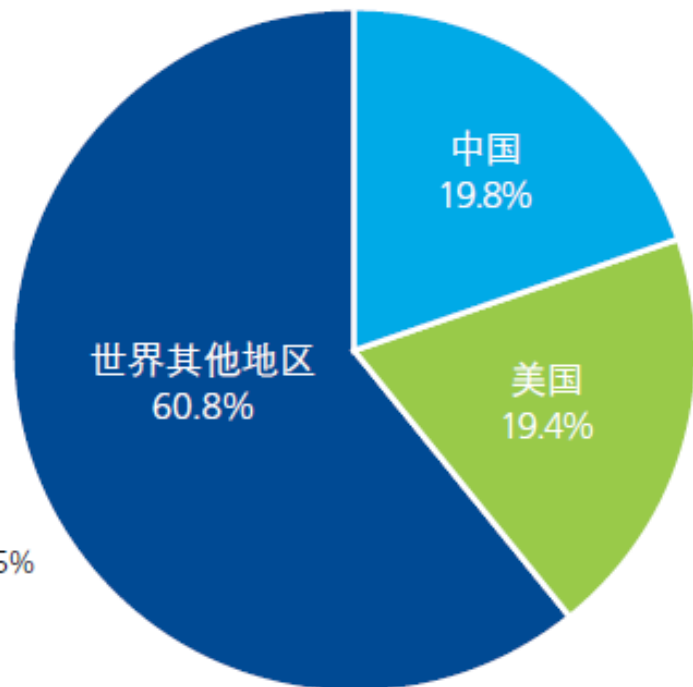
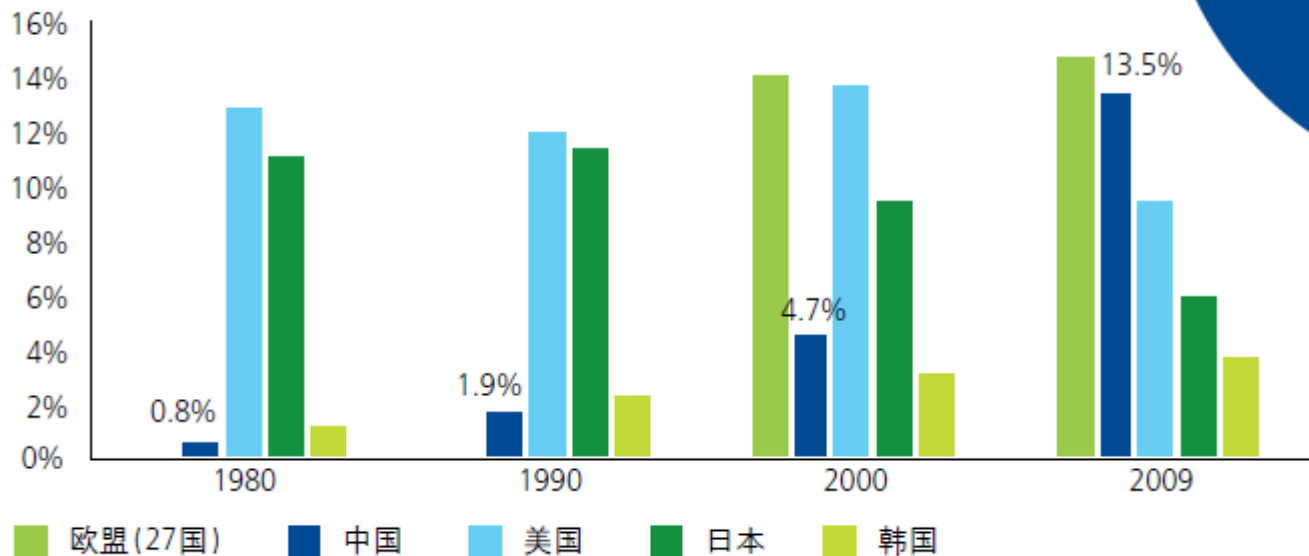
课本使用



课程设计使用

中国制造业现状

按产量计算，2010年中国已经超过美国成为全球第一大制造国（中国制造产出占全球的19.8%，美国为19.4%）。这次夺回冠军位置终结美国110年的把守，而中国上一次称冠还是在19世纪。



制造业产品出口额全球占比

中国制造业现状



当前中国的制造业仍以加工业为主，在衡量一国制造业强盛与否的重要指标——装备制造业领域，中国仍与制造业发达国家存在较大差距。合成氨、尿素、乙烯等过程装置尚无法真正做到完全自主制造。

我国进出口商品对比

2010年我国与日本高端机械设备进出口逆差500亿美元，与德国逆差达400亿美元，这充分暴露了我国装备制造业“大而不强”的尴尬处境。



制造业的划分

按照“技术特征” 可将制造业分为两类：

一类是以物质的化学、物理和生物转化，生成新的物质产品或转化物质的结构形态，多为流程性材料产品，产品计量不计件，连续操作，生产环节具有一定的不可分性，可统称为**过程工业（过程制造业）**，如涉及化学资源和矿产资源利用的产业（石油化工、冶金）等；

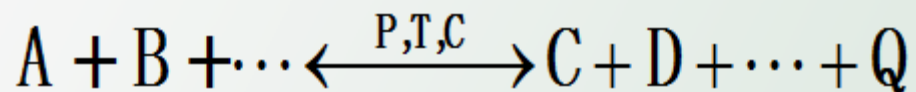
另一类是以物件的加工和组装为核心的产业，根据机械电子原理加工零件并装配成产品，但不改变物质的内在结构，仅改变大小和形状，产品计件不计量，多为非连续操作，这类工业可统称为**装备制造业**。

过程制造业为装备制造业提供原材料，同时装备制造业为过程制造业提供制造装备

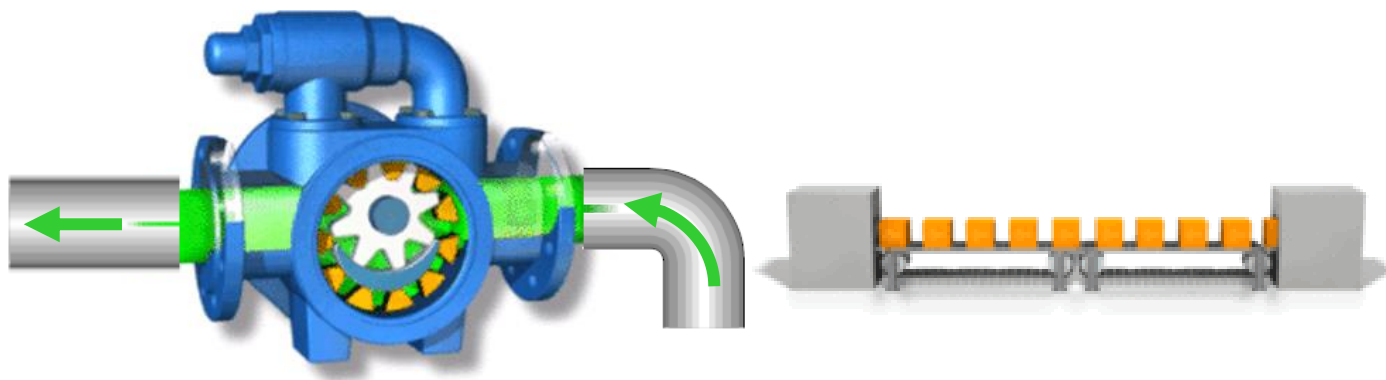
过程工业的定义

过程： 将原材料制备成产品的一系列物理、化学或生物的加工处理步骤

过程工业： 指以改变物料的化学和物理性能为主要目标的加工业。



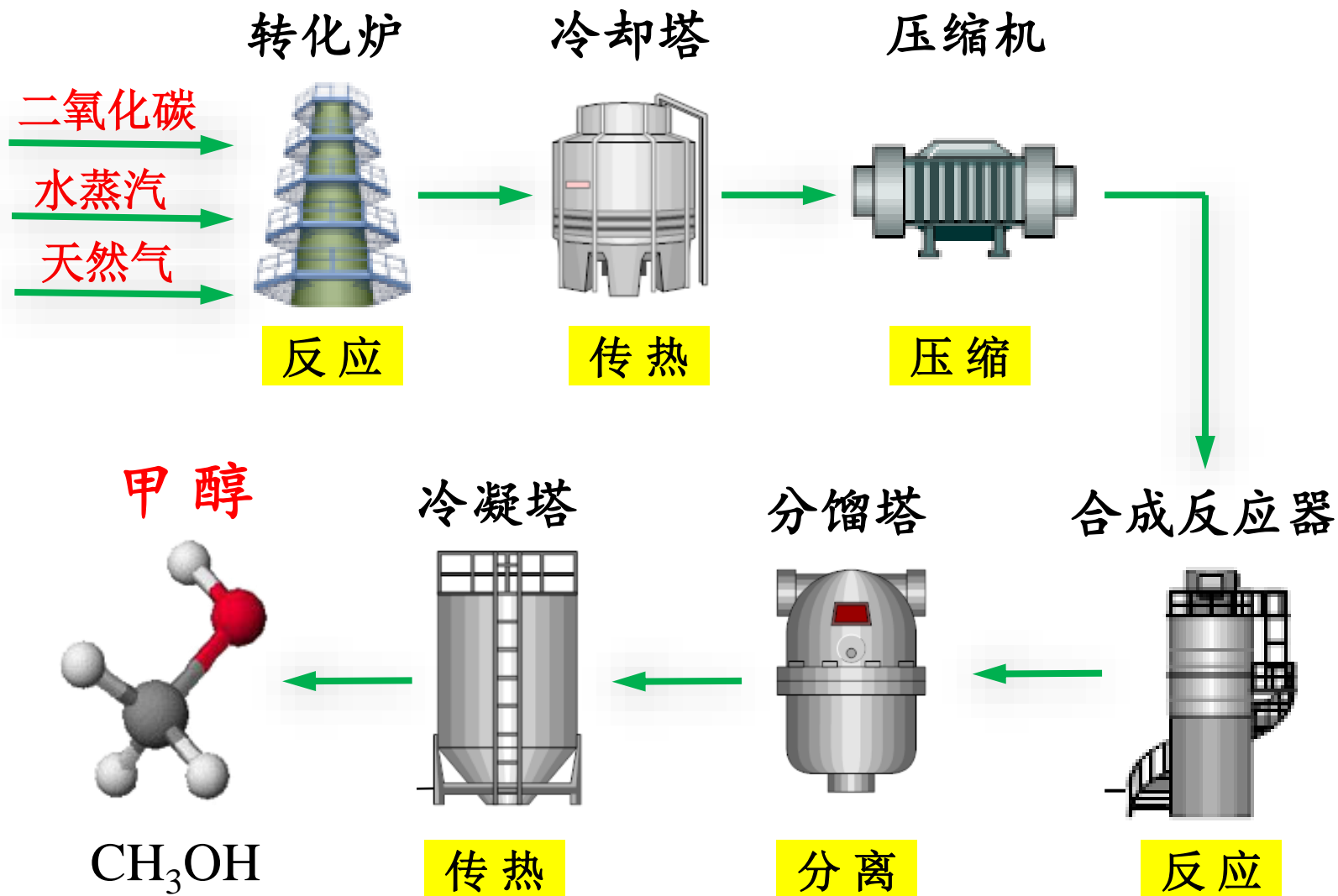
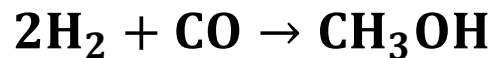
特点： 连续性



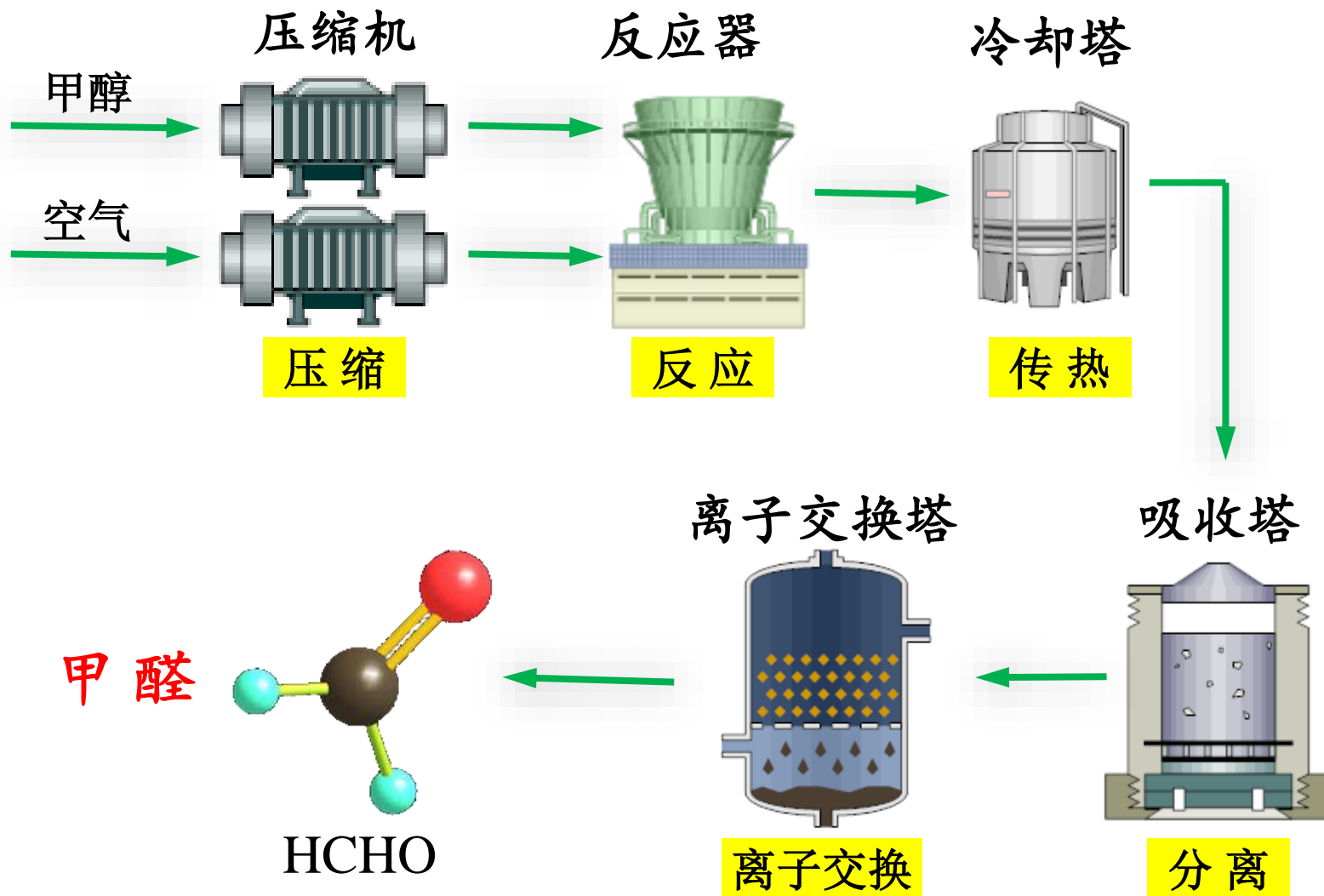
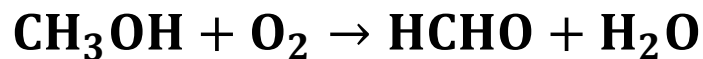
我国过程工业包含的范围

按行业分类的过程工业	包含在其它行业中的过程工业
食品加工业	金属表面处理及热处理业
食品制造业	铸件制造业
造纸及纸制品业	粉末冶金制品业
印刷业	绝缘制品业
石油加工及炼焦业	集成电路制造业(部分生产环节)
化学原料及化学制品业	电子元件制造业(部分生产环节)
医药制造业	烟叶复烤业
化学纤维制造业	纤维原料初步加工业
橡胶制品业	棉纺印染业
塑料制品业	毛染整业
非金属矿物制造业	丝印染业
黑色金属冶炼及压延加工业	火力发电业
有色金属冶金及压延加工业	煤气生产业
	自来水生产业

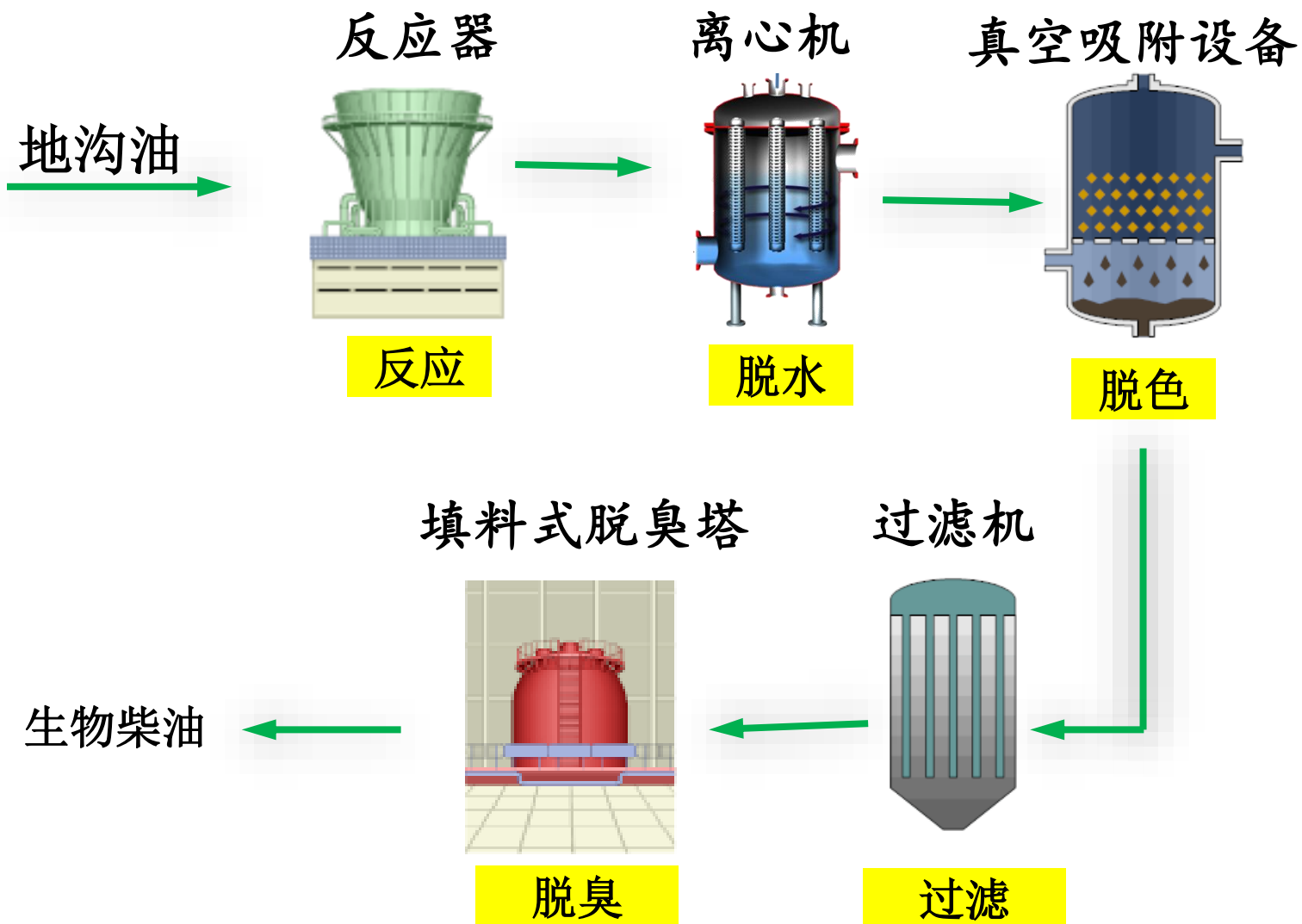
典型化工过程—甲醇合成



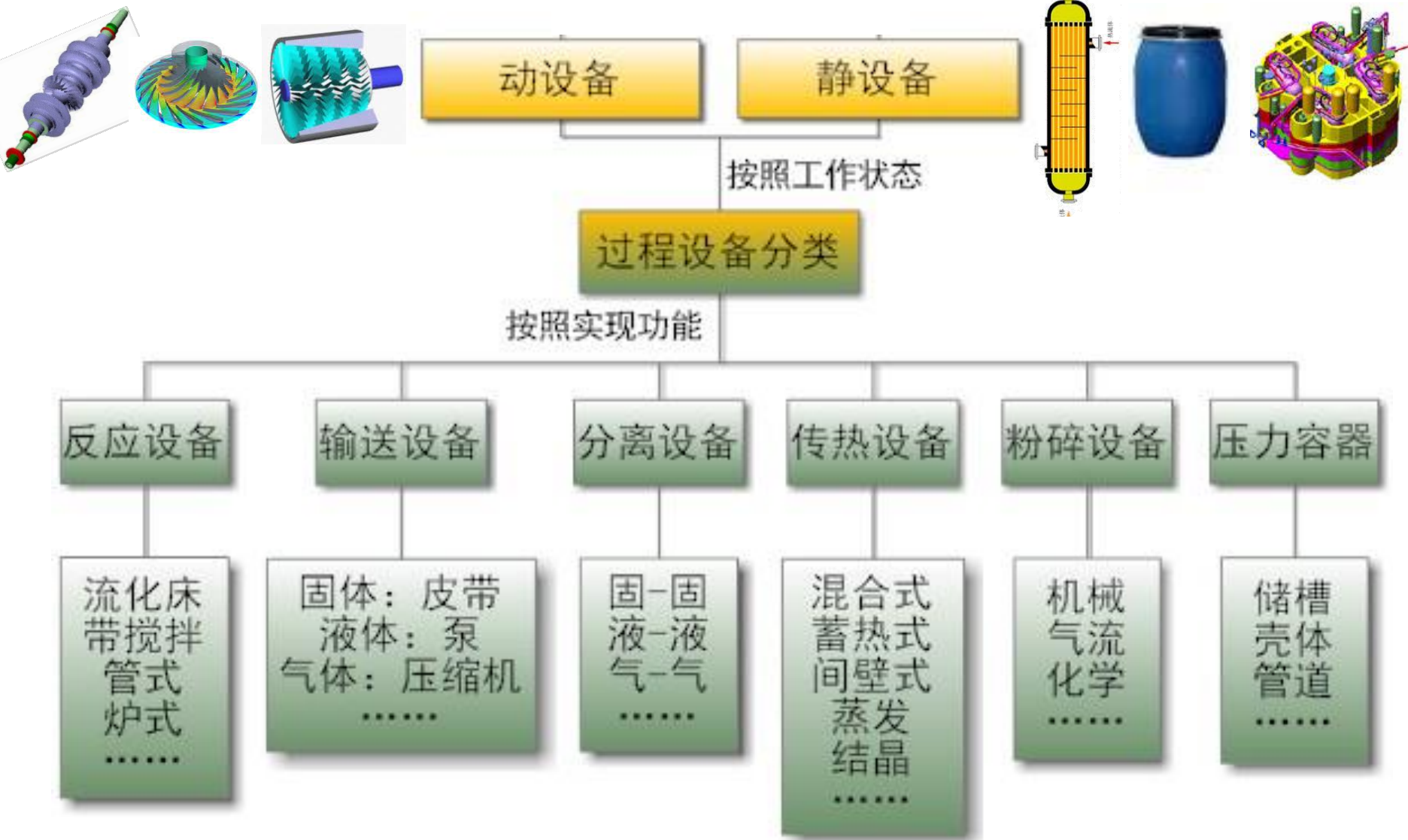
典型化工流程—甲醛合成



地沟油的提纯



过程设备分类



典型过程设备



加氢反应器



核反应堆

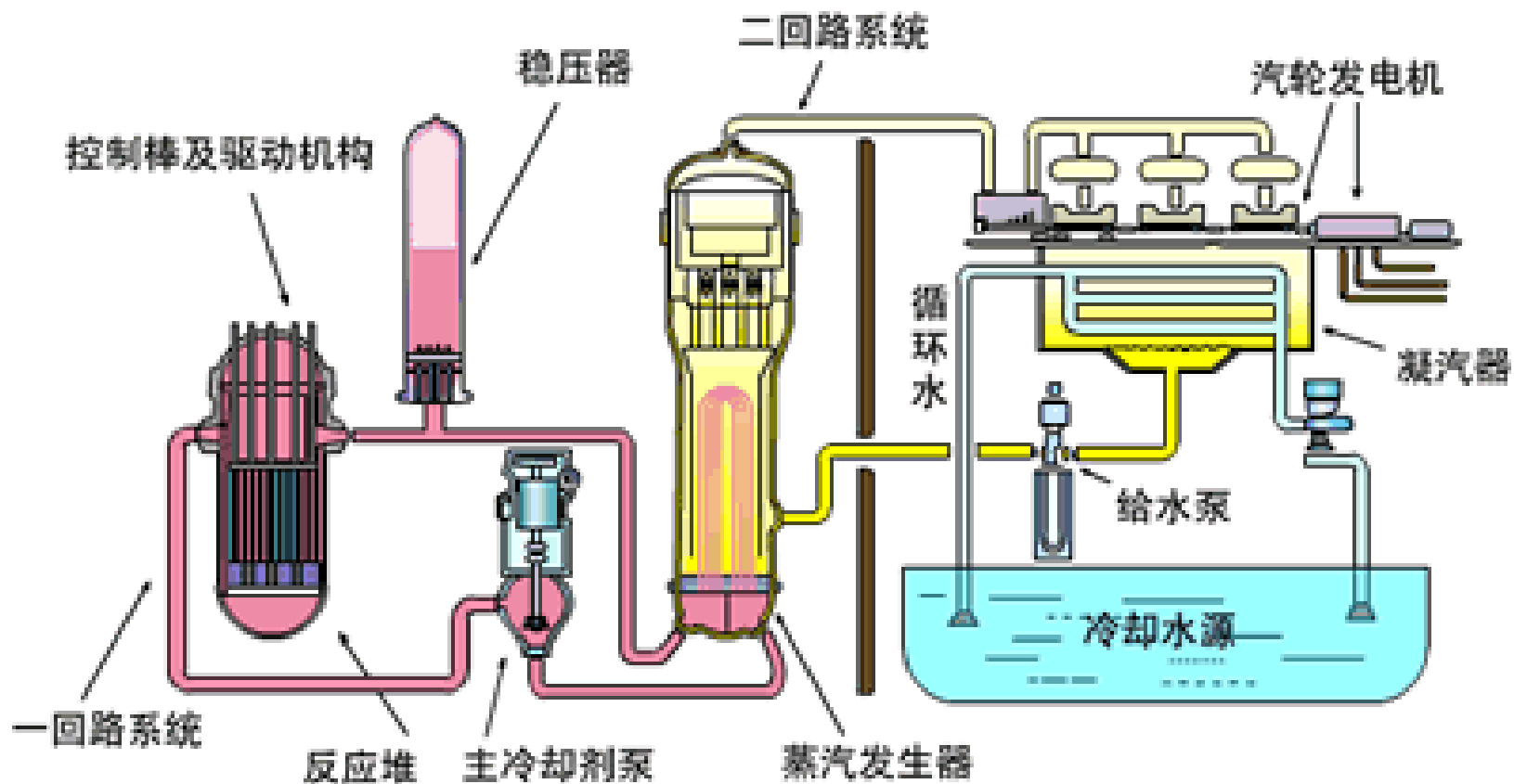


高压杀菌釜



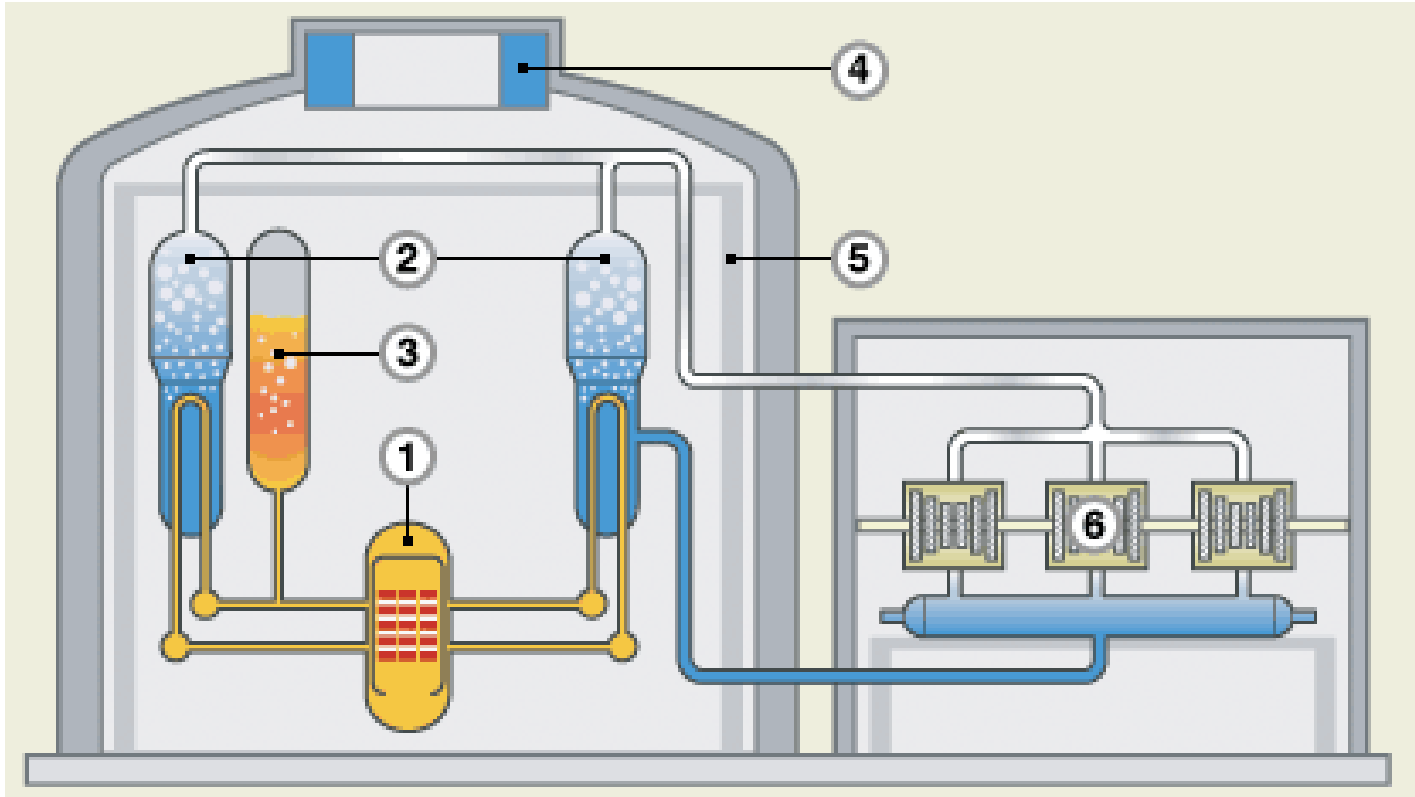
超临界萃取装置

压水堆(pressurized water reactor)原理图



福岛核电站(沸水堆)事故：主泵断电导致回路冷却失效，堆芯熔融，核物质泄露。

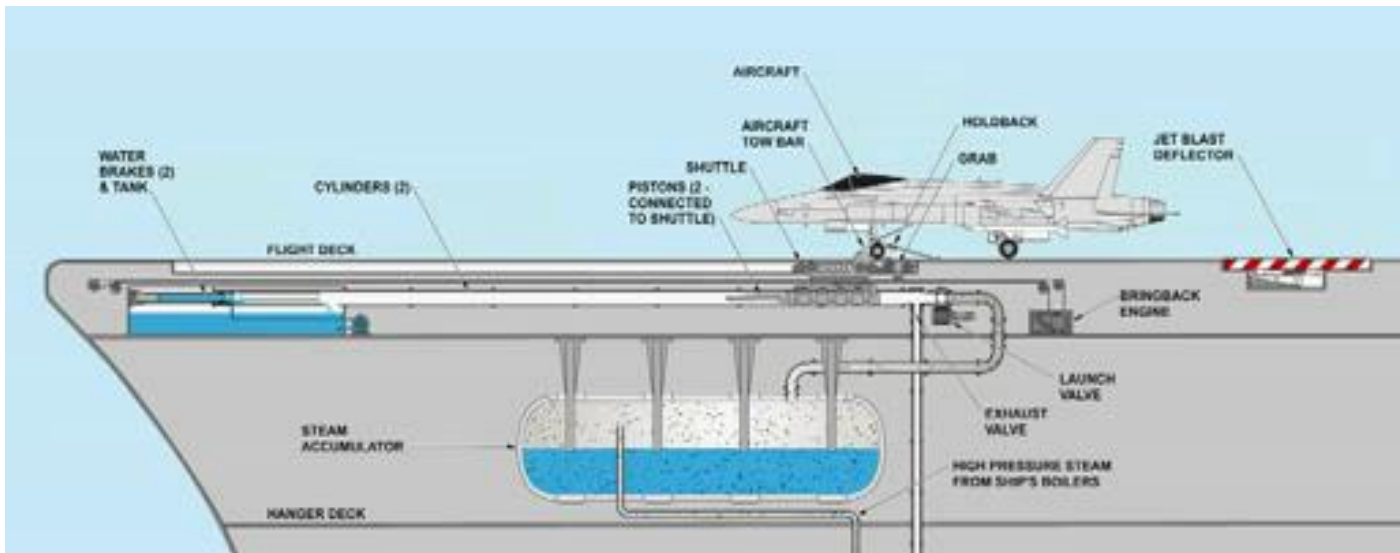
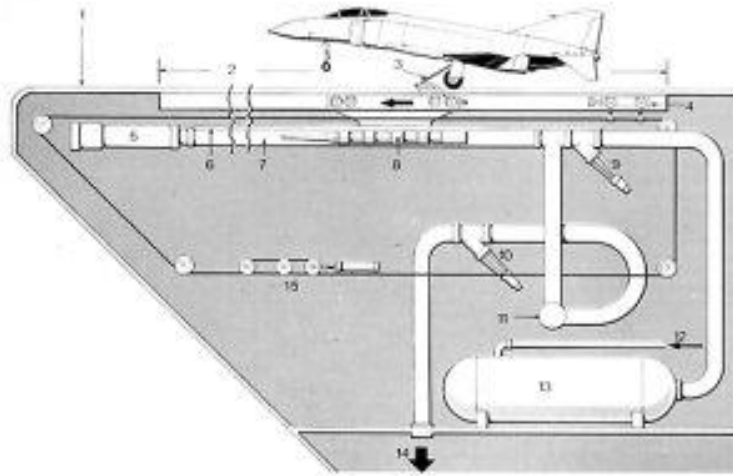
AP1000 (Advanced Passive PWR)



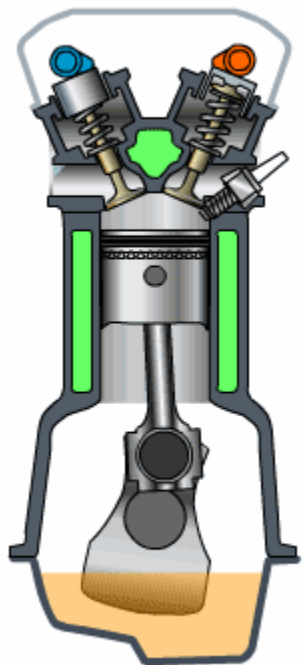
1. 反应堆芯
2. 蒸汽发生器
3. 稳压器

4. 被动冷却水箱
5. 金属保护罩
6. 涡轮机

蒸汽弹射器 (Steam catapult)



自然吸气和涡轮增压发动机

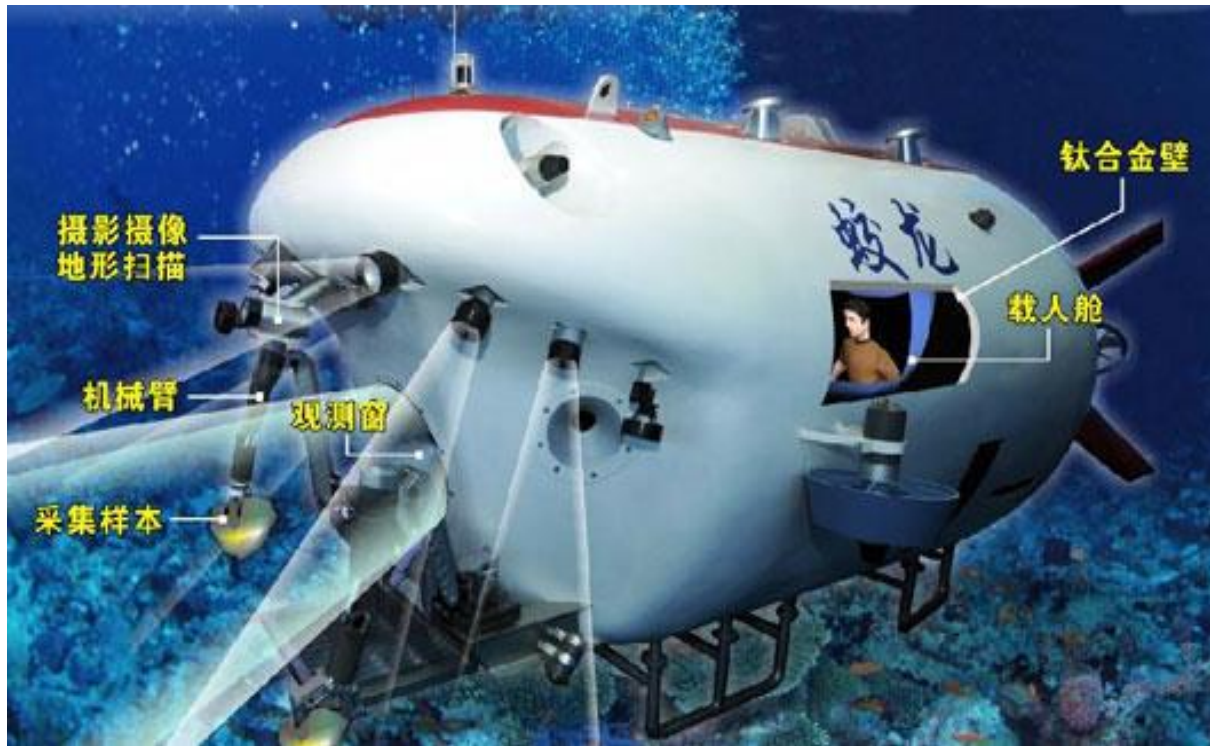


一个活塞作一次功有四个行程：

1. 下行（进气门打开，存在压力差，空气和燃油的混合气在压力差的作用下进入汽缸）
2. 上行（进气门关闭，压缩混合气，活塞上行到最高点时点火）
3. 又下行（混合气燃烧膨胀，推动活塞对外做功，输出动力）
4. 又上行（排气门打开，排气）。



外压容器 (External pressure vessel)



蛟龙号

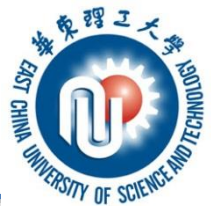
蛟龙号是由我国自行设计、自主集成的载人深潜器

神舟飞船是中国自行研究、自行制造，具有完全自主知识产权的载人飞船

失效事故



2016年8月11日下午，湖北当阳市马店矸石发电有限责任公司热电项目在建调试过程中，发生高压蒸汽管道爆炸事故，致21死5伤。



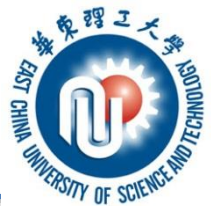
过程设备基本要求

1. 安全可靠

- 材料强度高、韧性好
- 材料与介质相容
- 结构有足够的刚度和抗失稳能力
- 密封性能

2. 满足过程要求

- 功能要求
- 寿命要求



过程设备基本要求

3. 综合经济性好

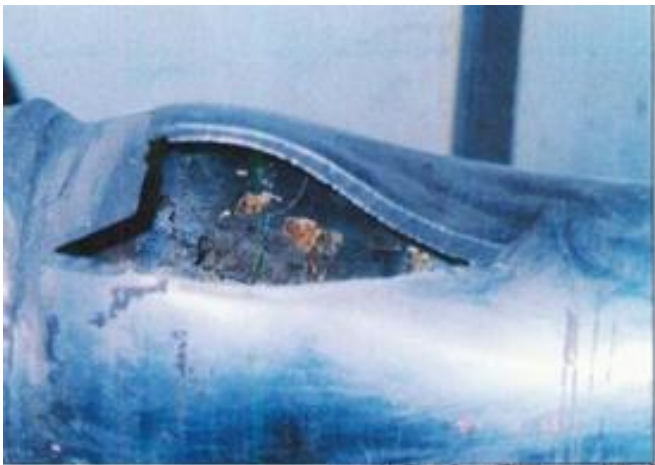
- 生产效率高、消耗低
- 结构合理、制造简便
- 易于运输和安装

4. 易于操作维护和控制

- 操作简单
- 可维护性和可修理性好
- 便于控制

5. 优良的环境性能

过程设备失效形式



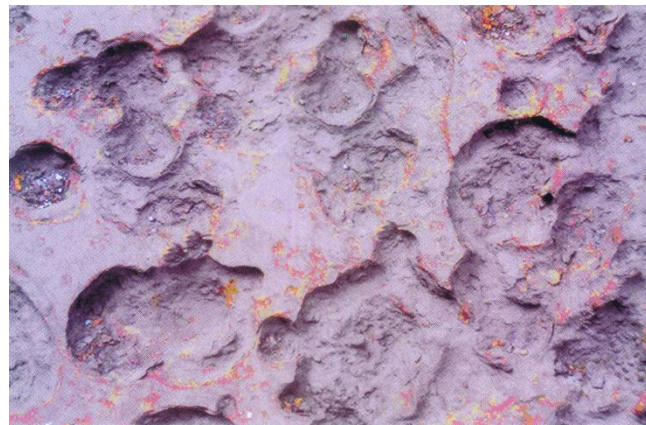
薄壁容器韧性断裂



厚壁容器脆性断裂

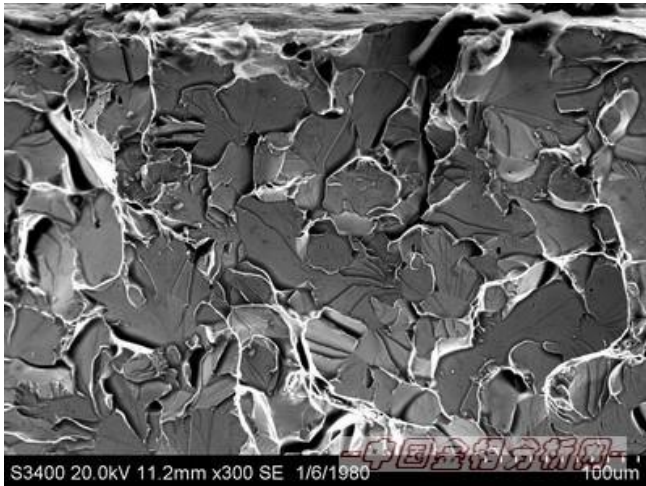


外压失稳

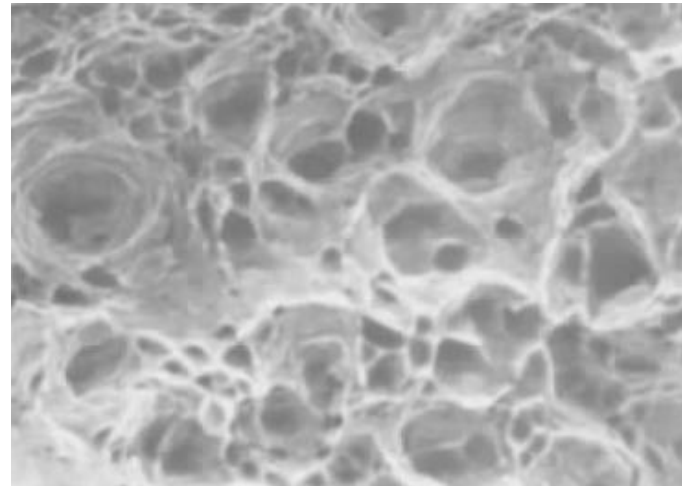


表面腐蚀

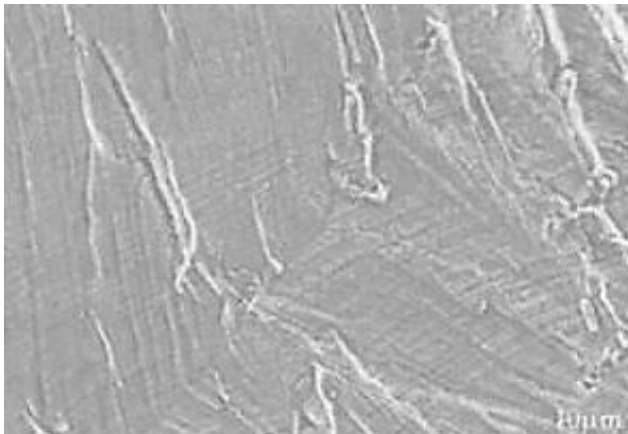
典型失效显微金相图



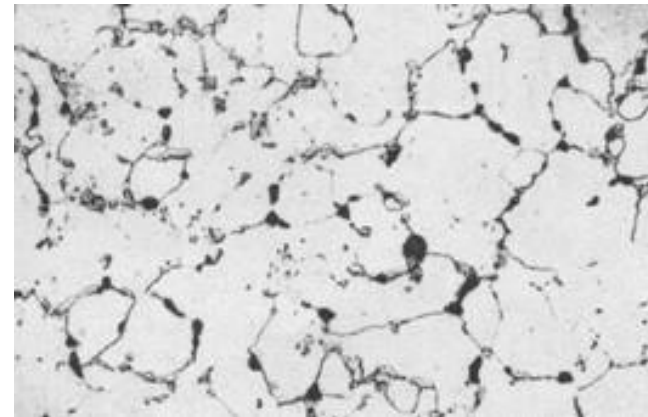
解理断裂—脆性断裂



韧窝—韧性断裂



疲劳灰纹



晶界孔洞

严重事故—罗家寨井喷

2003年冬，重庆开县中石油川东北气田罗家寨16号井发生井喷事故，剧毒硫化氢夺走了**243**条人命，4000多人中毒就医，10万人疏散。按照当地政府的统计数据，此次井喷直接经济损失达6432.31万元。

事故调查专家组的专家鉴定报告表明：2003年12月21日下钻的钻具组合中，有关人员去掉回压阀，是导致井喷失控的直接原因。



严重事故—吉化爆炸

2005年11月13日中石油吉林石化公司双苯厂苯胺装置发生爆炸着火事故。事故共造成造成6人死亡，2人重伤，21人轻伤。事故发生后，疏散群众达1万多人。事故造成的污染使哈尔滨市停水三天。



严重事故—大连码头输油管线爆炸

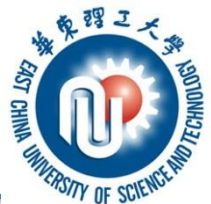
2010年7月16日中石油大连大孤山新港码头一储油罐输油管线发生起火爆炸事故。由于储油罐与输油管线之间阀门被烧化，油路无法切断，1500吨油泄漏入海，430余平方公里海面污染。



严重事故—大连石化着火

2011年8月29日上午中石油大连石化分公司875号柴油罐突然发生着火事故，公安部调集65台消防车、组织296名消防官兵进行灭火救援。



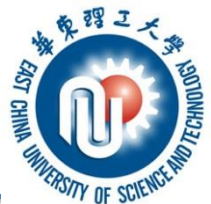


课程意义

过程设备是过程工业的支柱，我国已成为“世界工厂”，制造业大国，但制造水平相对落后，重大装备的国产化已列入成为我国“十二五”发展的重点。

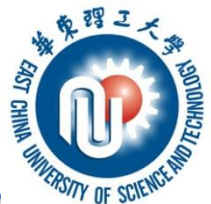
过程设备中所涉及到的知识与我们日常生活密切相关，用我们所学到的知识去分析日常生活现象，将学用结合，悟出其中的道理，真正做到“知行合一”。

通过课程的学习，要培养获取新知识的能力、培养提出（或发现）新知识的能力、培养解决问题的能力。



过程设备所涵盖的学科

- 一：工程力学（第2—6章）
- 二：过程设备常用材料（第7章）
- 三：设备的腐蚀与防护防（第7章）
- 四：机械传动（第9, 10章）
- 五：压力容器及零部件（第8章）
- 六：压力管道（第11章）



课程的学习方法和考核

- 课前预习，课后复习
- 完成一定数量的习题（一定要自己做）
- 知识的综合应用(设计一单元设备)
- 平时成绩（出勤+作业+回答问题等）20-30%，期末考试70-80%
- 登陆 <http://chenjj.org> 下载课件及作业解答，以“实名_班级名”形式在Ask And Answer论坛注册用户，如：张三_化工111