



通过二氧化碳驱油的地质封存 来为碳捕融资

Eric Redman, 总裁兼首席执行官
高峰电力集团有限责任公司

石油和天然气工业论坛
丹佛 ● 2014年9月26日

高峰电力集团 和 高峰电力碳捕

- 在25年前由里根总统时期的能源及内政部长Don Hodel先生（名誉主席），和能源部首席运营官及内政部副部长Earl Gjelde先生（现任董事会主席）创办
- 高峰电力自己开发和为其他公司开发的电力项目的类型：
 - 可再生能源： 风能项目，太阳能项目等
 - 先进的天然气发电厂
 - 带碳捕获 - 及二氧化碳驱油的煤气化项目
 - 发电厂燃烧后的碳捕集 - 及二氧化碳驱油项目
- 高峰电力与供应商，工程师，承包商等建有长期合作关系 - 包括与中国工程与电力公司，中国银行和中国企业建立的新关系
- 高峰电力迄今完成的项目：总额达90亿美元（现行美元币值）及总装机容量超过9,500兆瓦
- 高峰电力开发中的二氧化碳驱油项目：项目完成后总额将至少增加\$70-80亿（美元）

美国的二氧化碳排放量，减排量，及驱油

- 2012年¹
- 美国排放的二氧化碳为53亿8千3百万吨
- 发电释放二氧化碳20亿2千3百万吨
- 在2000年美国电力的52%来自煤炭，在2014年美国电力的37%来自煤炭
- 奥巴马总统和美国环境保护署（EPA）已经提出到2030年将电厂的二氧化碳排放量从2005年的水平削减百分之三十(30%)
- 仅靠效率，可再生能源，和核电不能在全球范围内减少排放
- 需要从煤和天然气发电厂的碳捕来减少二氧化碳的大气排放
- 目前，二氧化碳驱油来大规模的减少基于油气发电厂的二氧化碳排放量的唯一方式（靠藻类生长是不够的）

¹ 美国环境保护署:美国温室气体排放和渗漏存量:

二氧化碳驱油可以帮助支付碳捕的成本

电厂：

1兆瓦小时燃烧功率的
煤耗



排放1吨二氧化碳

或

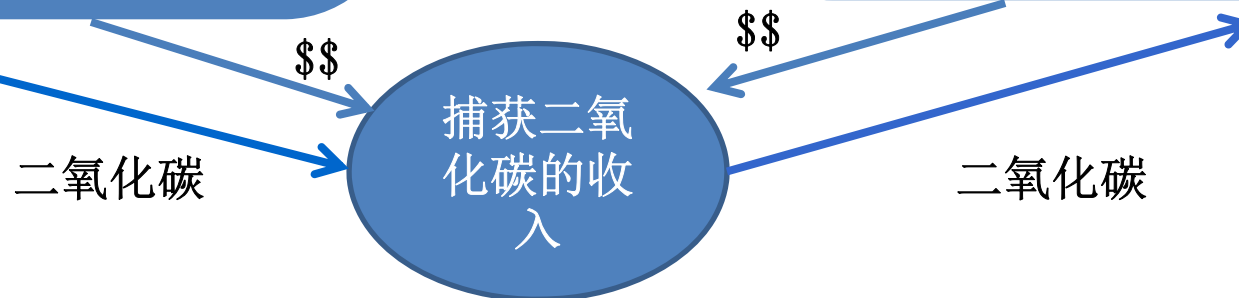
捕获1吨二氧化碳

油田：

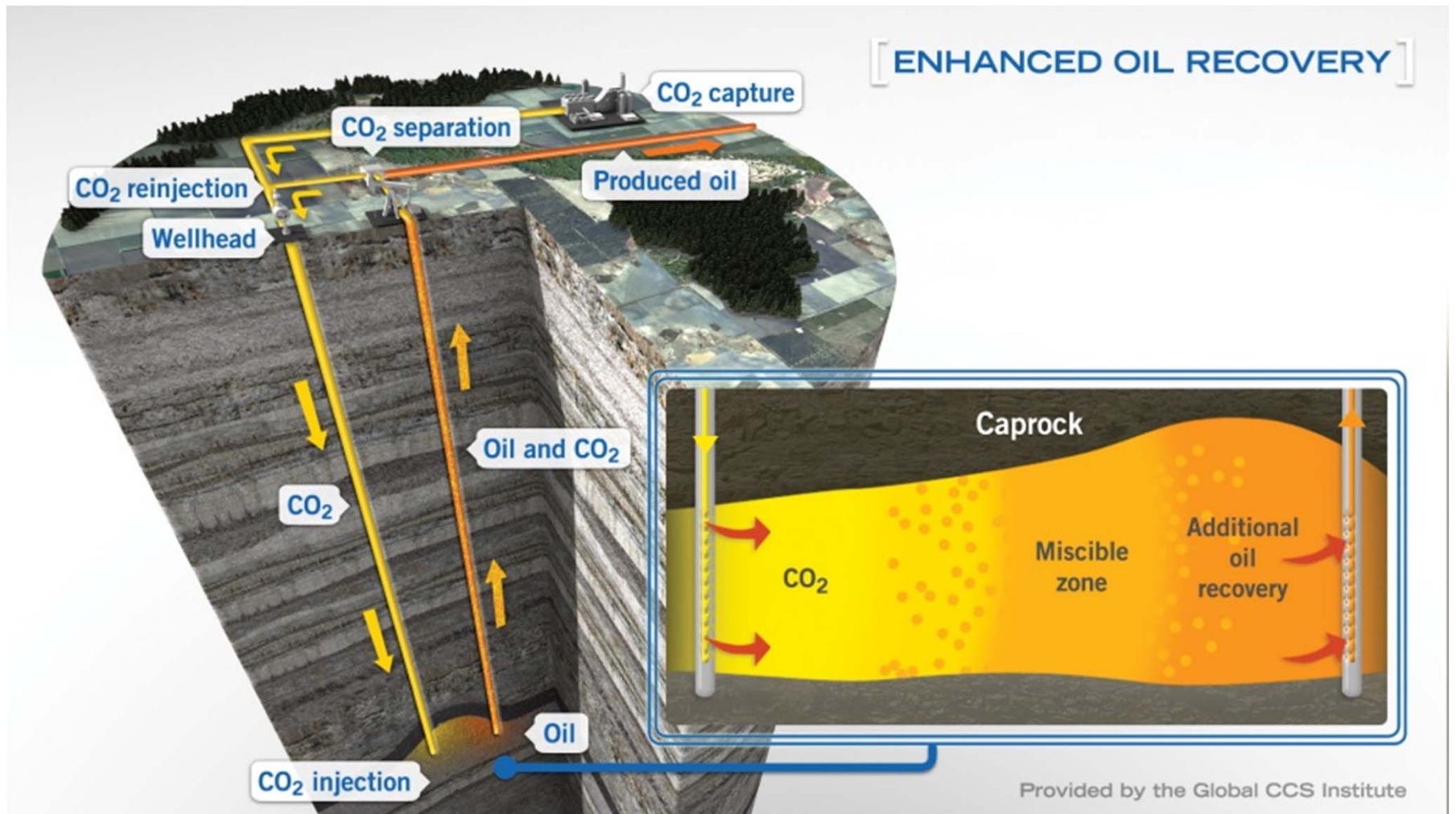
1吨二氧化碳注入和再
注入，直至100%被封
存在地下



额外生产2-3桶的石油



利用二氧化碳驱油



二氧化碳作为吸附剂 - 将附着在岩层内的油释放出来

很久以前：原始油藏富含石油

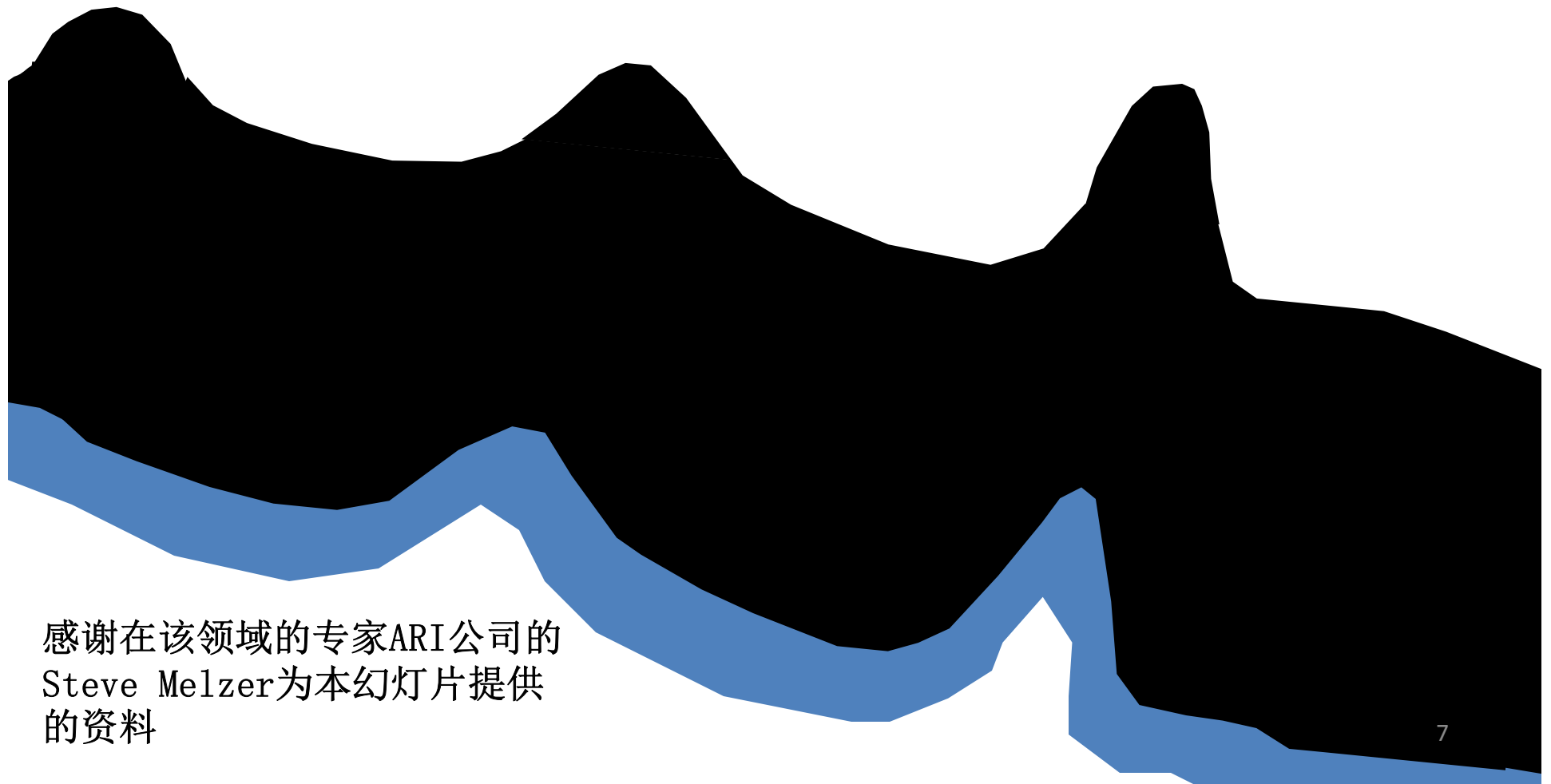
地表

盖岩

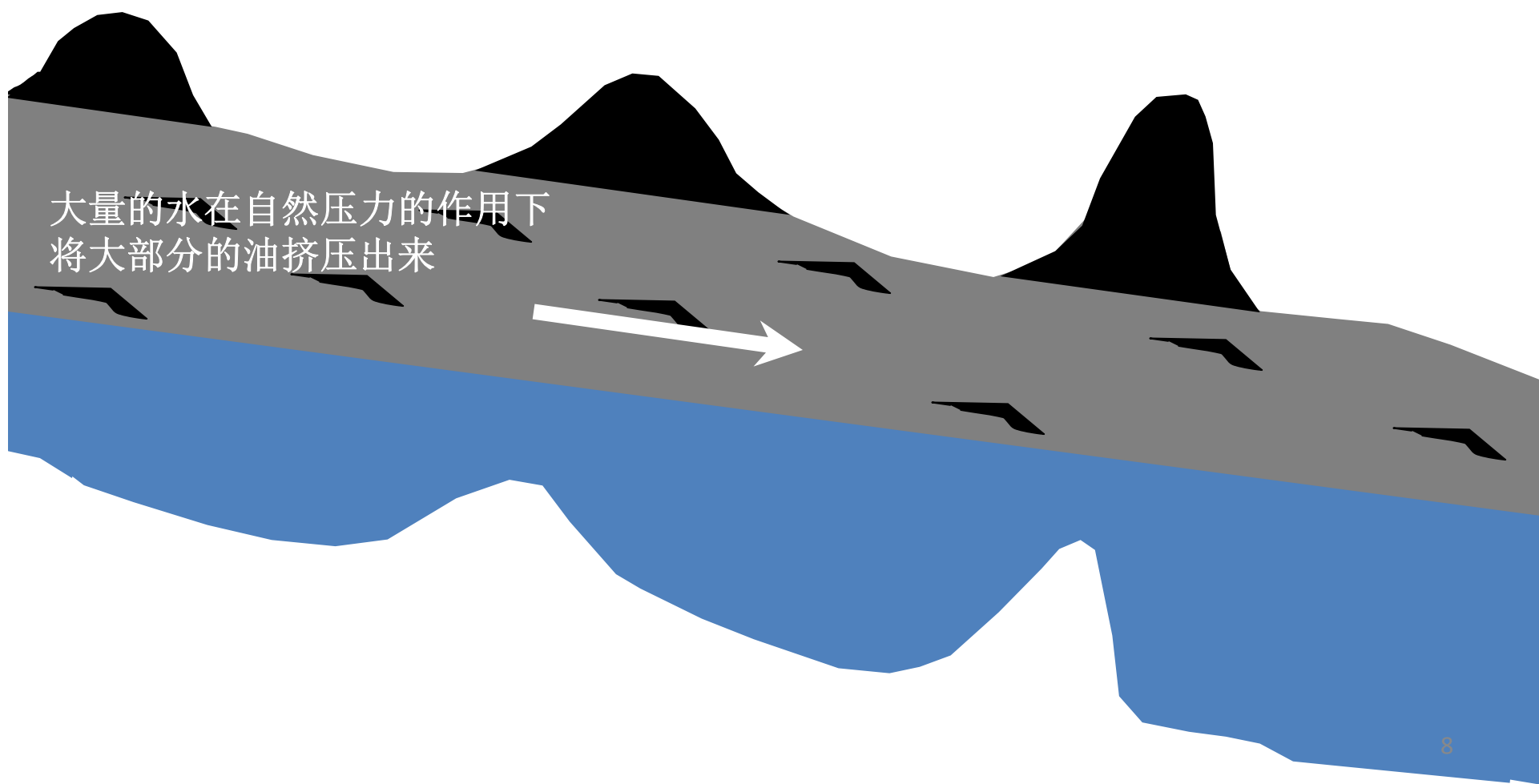
石油

水

构造活动掀斜及结构油藏

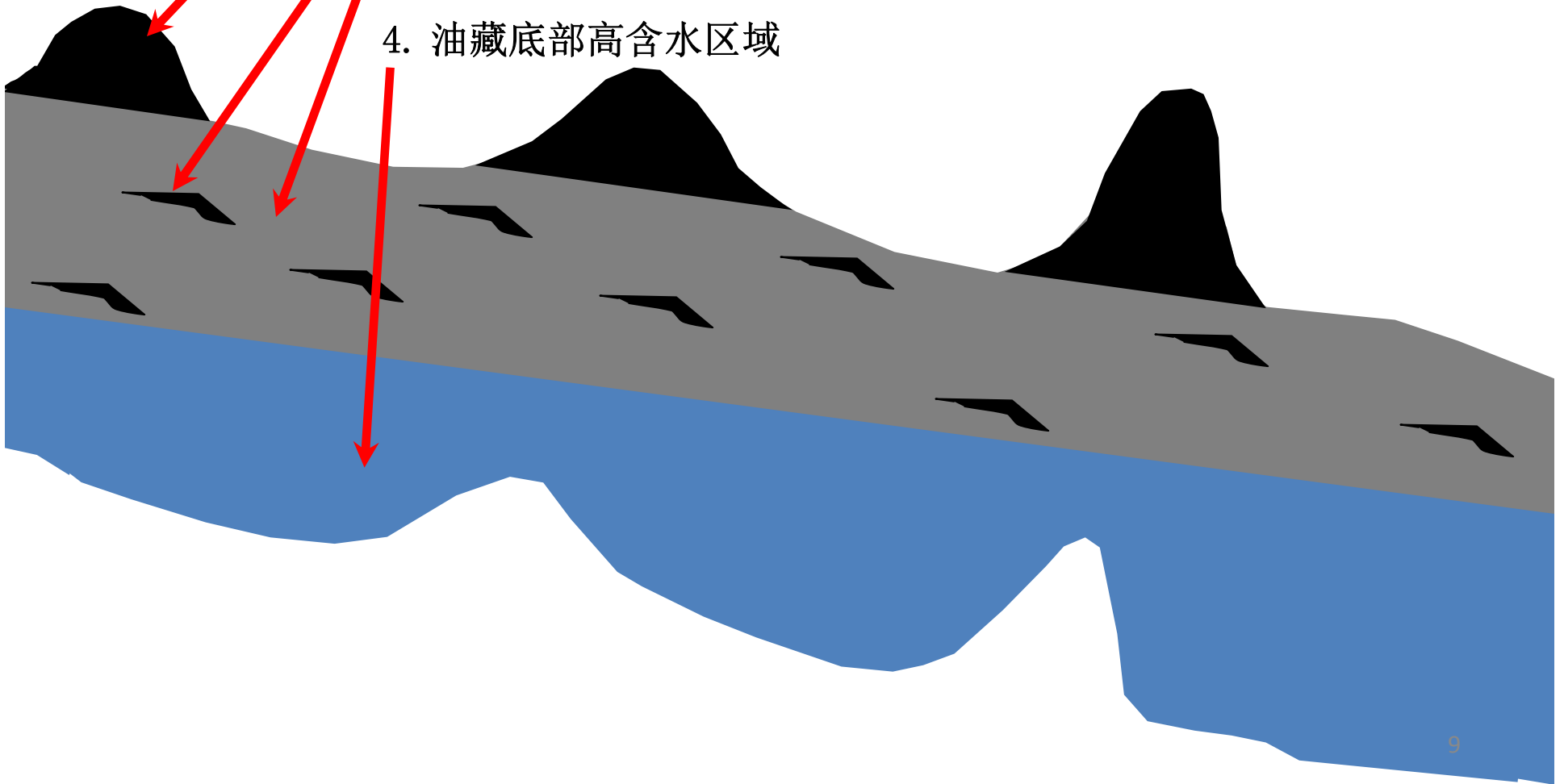


在长期地质变化过程中大量水通过地表进入油藏层



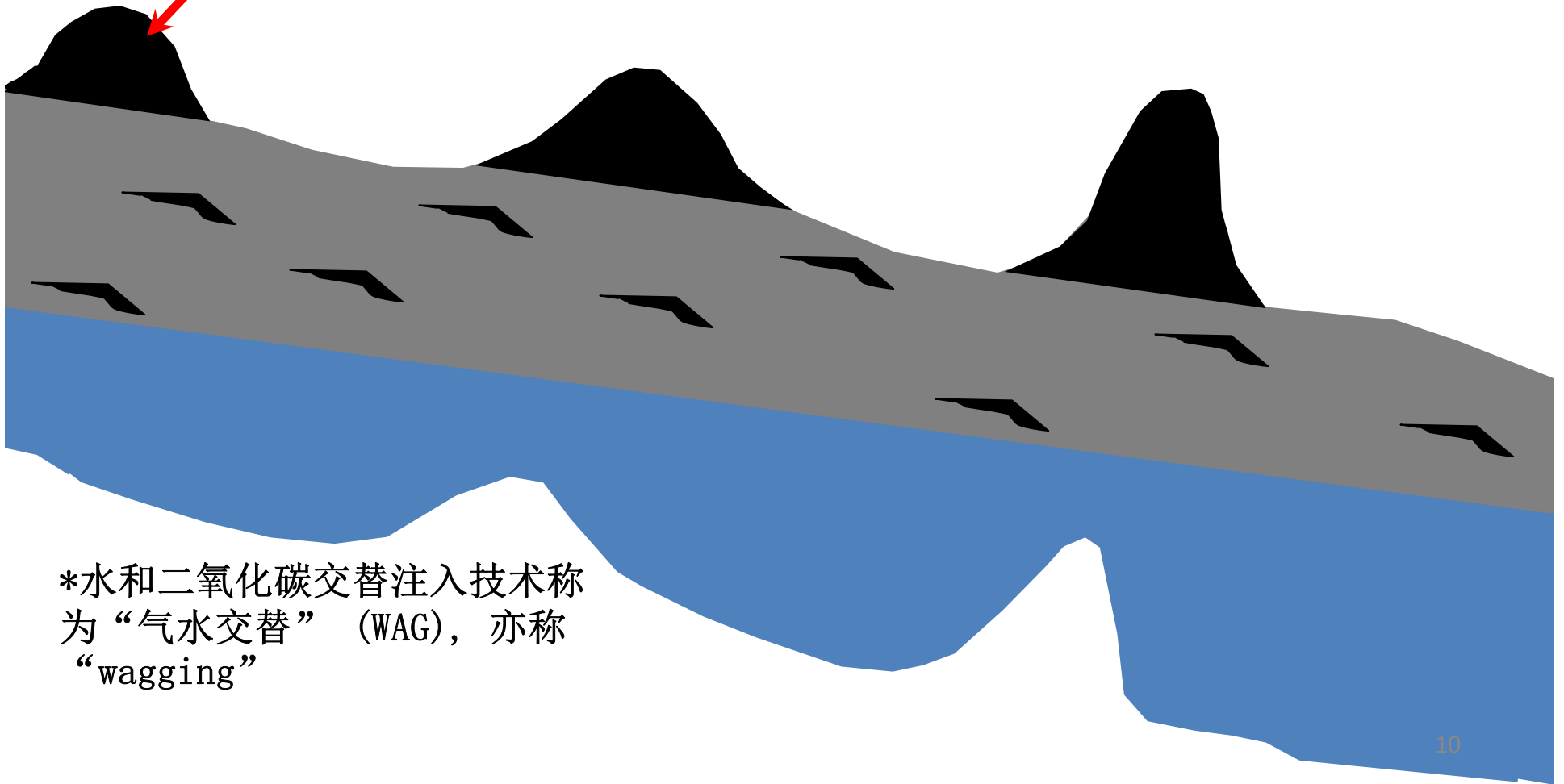
自然的水留在了油层中：

1. 石油饱和度结构高的结构性隆起区域 （这些变成了“主要油层”）
2. 未被驱出的石油聚集在岩层中
3. 残留的油水混合物（10-60%的石油，平均值 $\leq 40\%$ ）
4. 油藏底部高含水区域



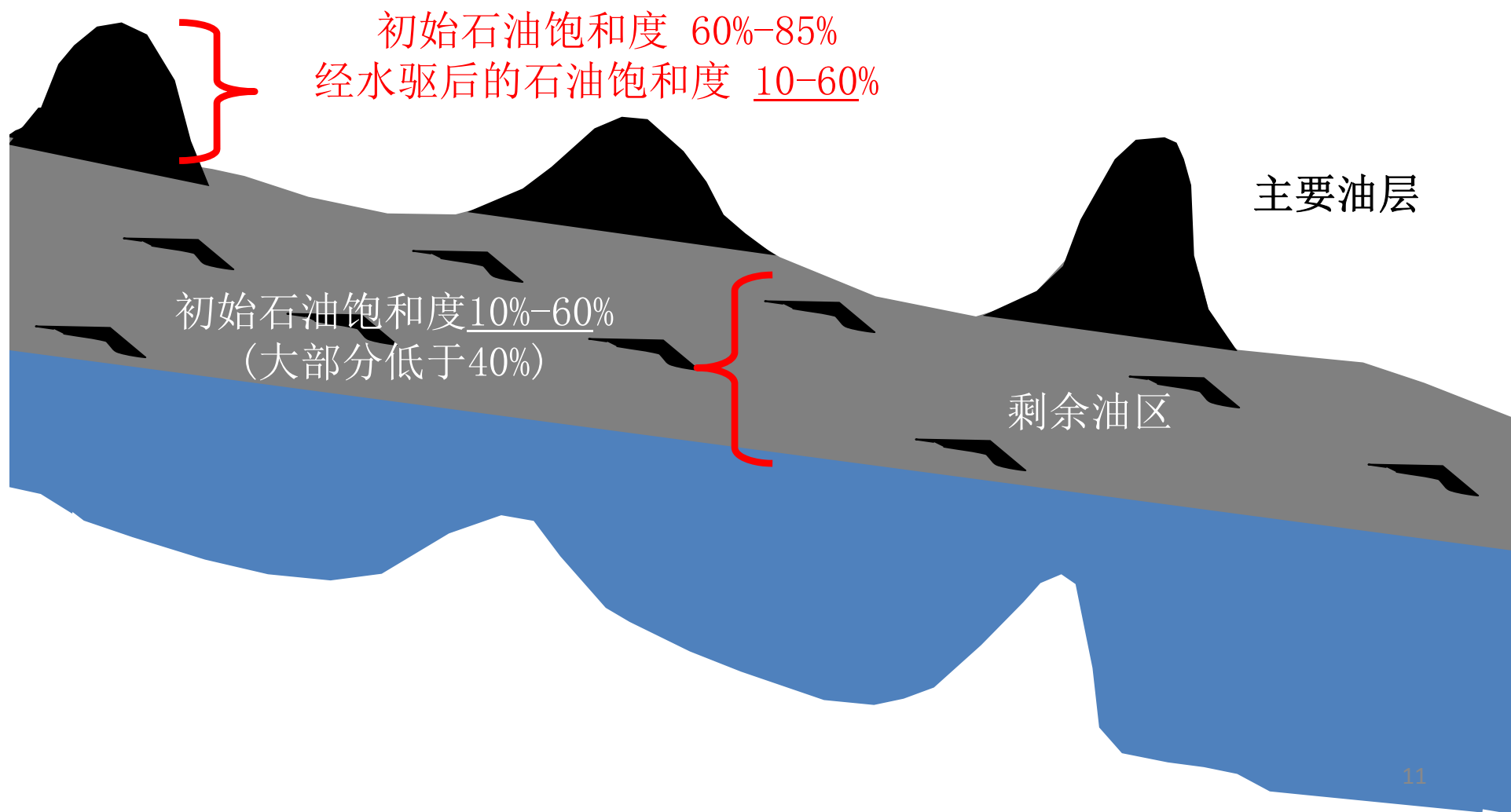
主要油层石油生产的典型过程：

1. 初采：自然油藏压力
2. 然后注水驱油 （二次驱油）
3. 然后二氧化碳驱油 （三次驱油或强化驱油）*

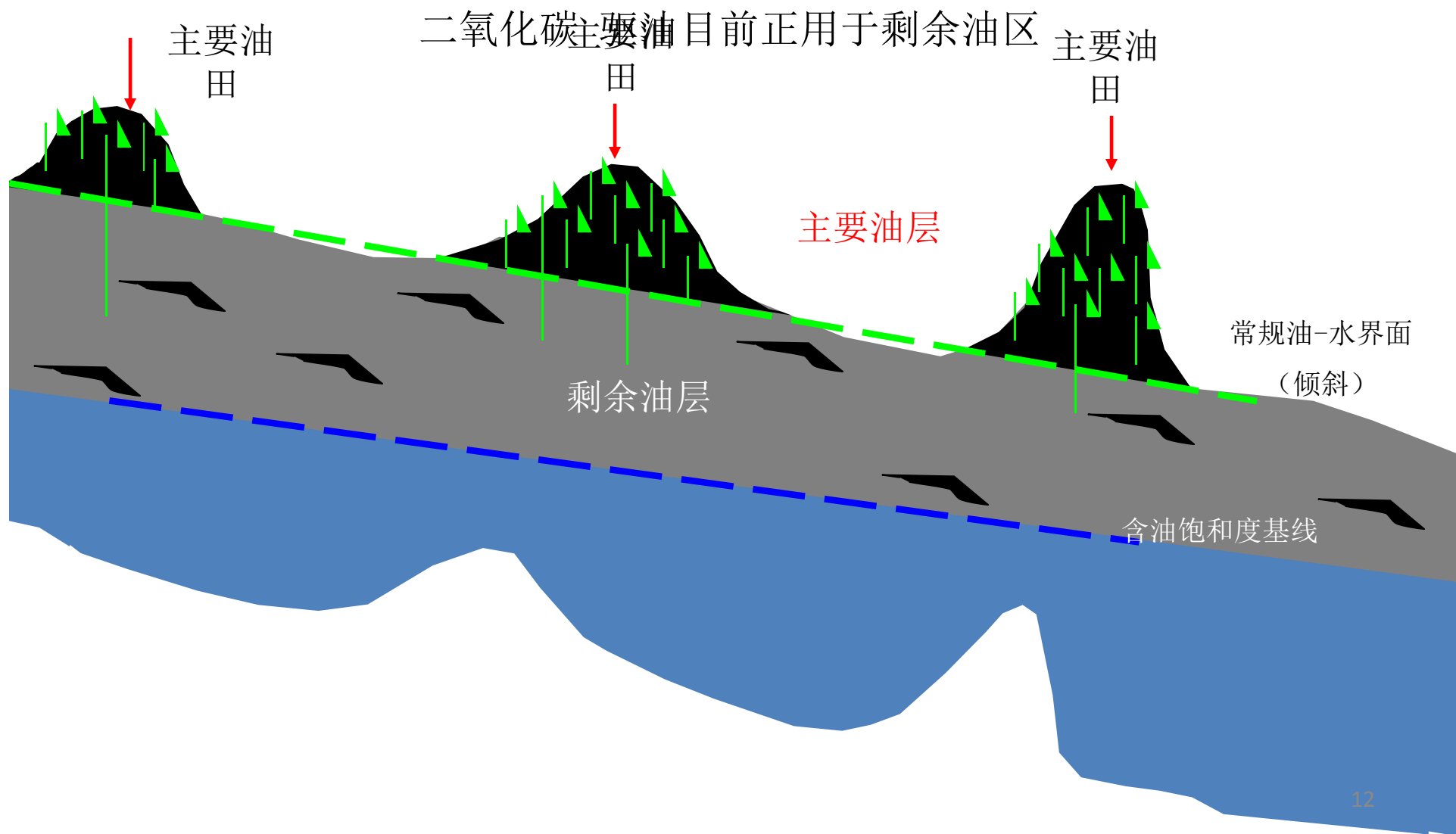


剩余油区(“ROZ”)的石油饱和度和经过水驱后的主要油层石油饱和度基本相同

这就使剩余油区对二氧化碳驱油也有吸引力



今天 - 德克萨斯州西部的主要油田都已采用过水驱采油，并有超过100个油田在主要油层正在进行二氧化碳驱油

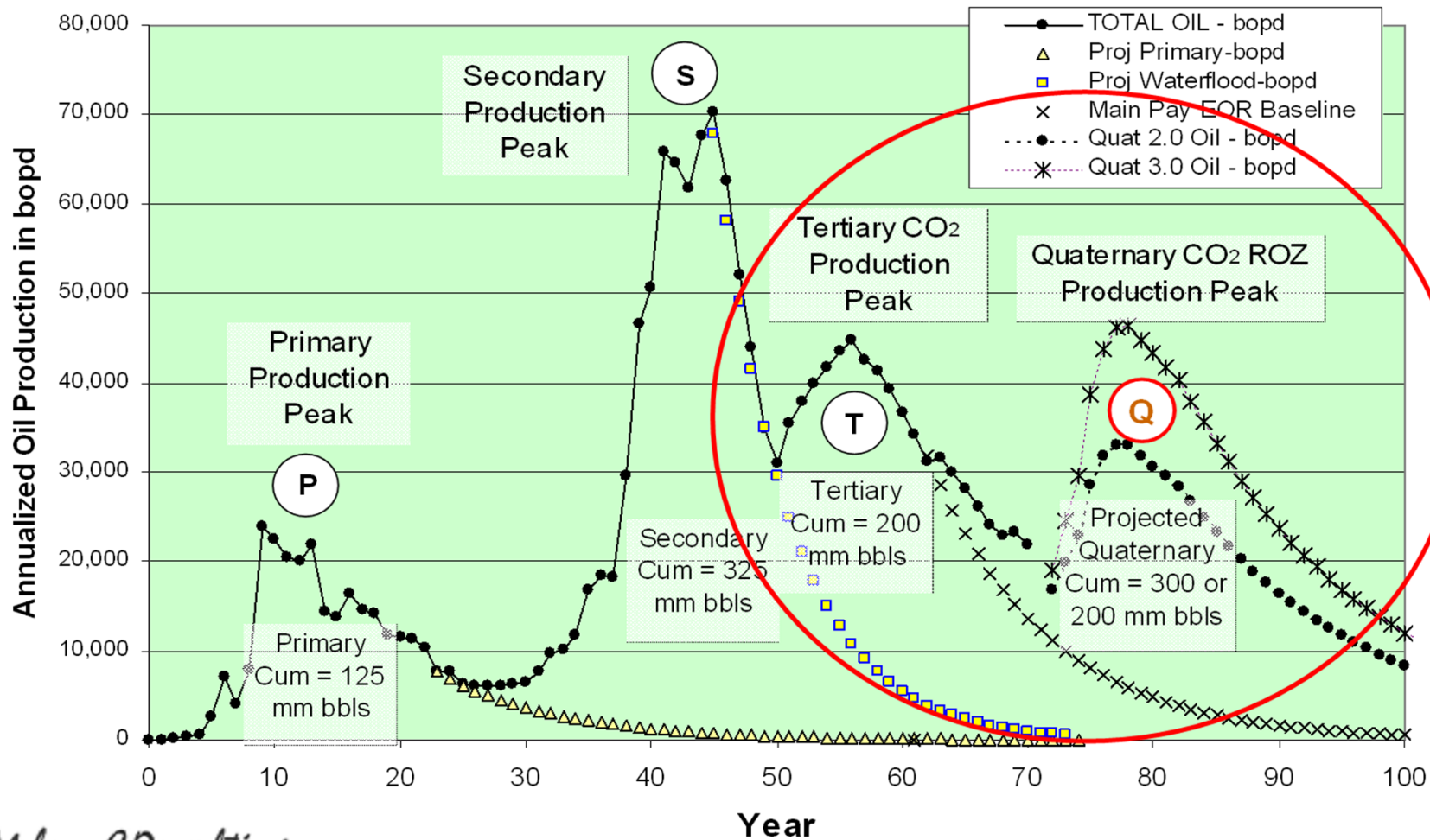


Steve Melzer对一个德克萨斯州油田二氧化碳驱油的专业分析:

红圈内的产量= 二氧化碳驱油的来自

“T” 区域的总产量= 主要油层第三次二氧化碳驱油的来自

“Q” 区域的产量 = 剩余油层 “第四次” 二氧化碳驱油的产量



二氧化碳驱油的潜力- 美国的实例

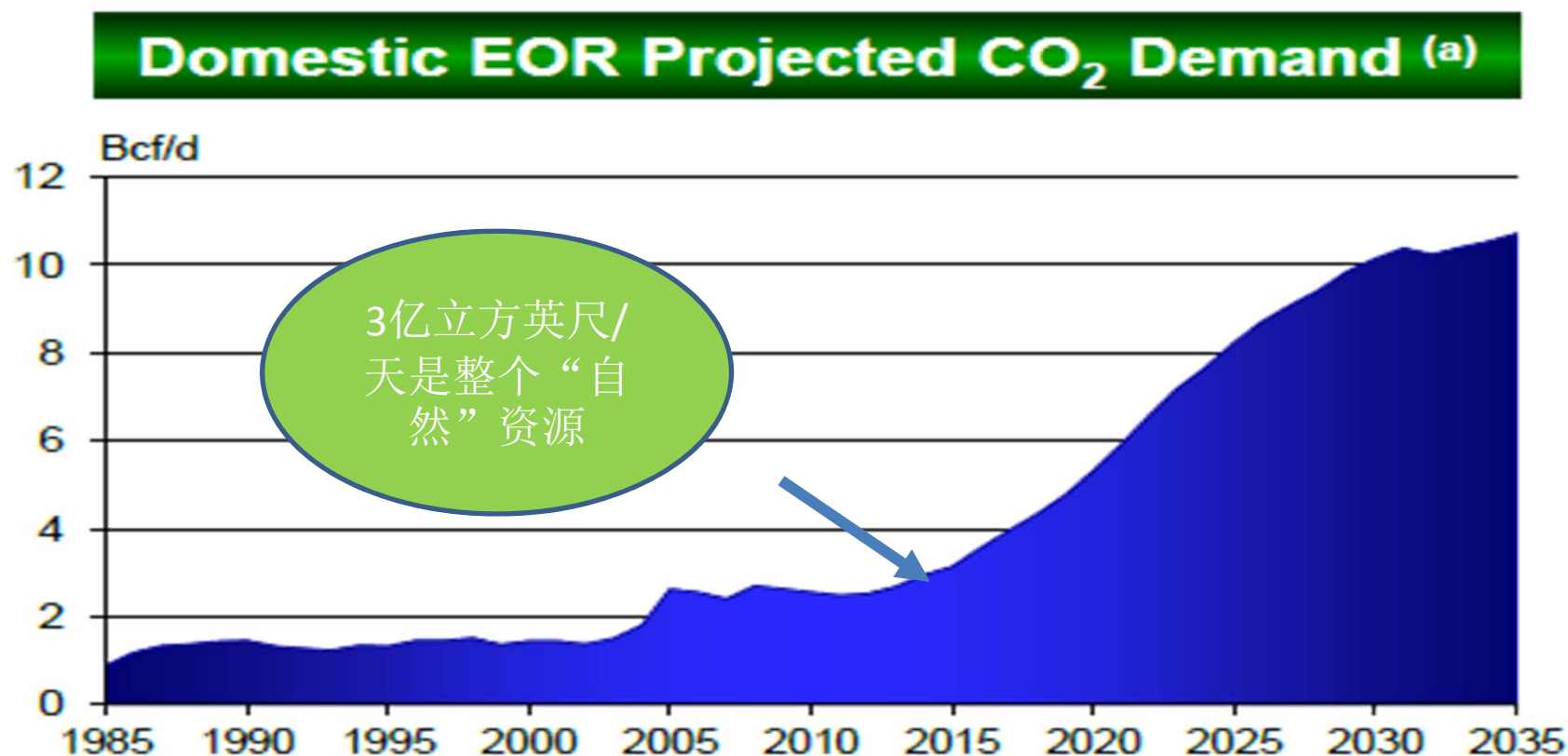
- 美国有至少480亿桶二氧化碳驱油的潜力¹
- 目前，每日**25**万桶的石油生产是以二氧化碳驱油 - 以每桶**100**美元计算，这代表年总收入在**90**亿美元以上
- 需约**200**亿 吨二氧化碳来产生**480**亿桶石油 - 如果用于驱油，所有**200**亿吨将被永久封存
- 目前只有~**6000**万 吨的二氧化碳每年注入用于驱油
- 以目前二氧化碳注入的速度，美国的驱油藏量枯竭至少需**320**年以上（有些估计要高得多）
- 但目前几乎所有的用于驱油的二氧化碳来自地质油藏
- 地质储层的消耗;必须由人为的二氧化碳来代替 - 也就是从发电厂和工业设施捕获二氧化碳
- “扩大二氧化碳驱油的最大障碍是缺乏大量的可靠和负担得起的二氧化碳”¹

¹美国从碳捕获和储存得到的潜在石油产量， Advanced Resources International Inc， 2010年3月

天然二氧化碳供应不能满足工业需求

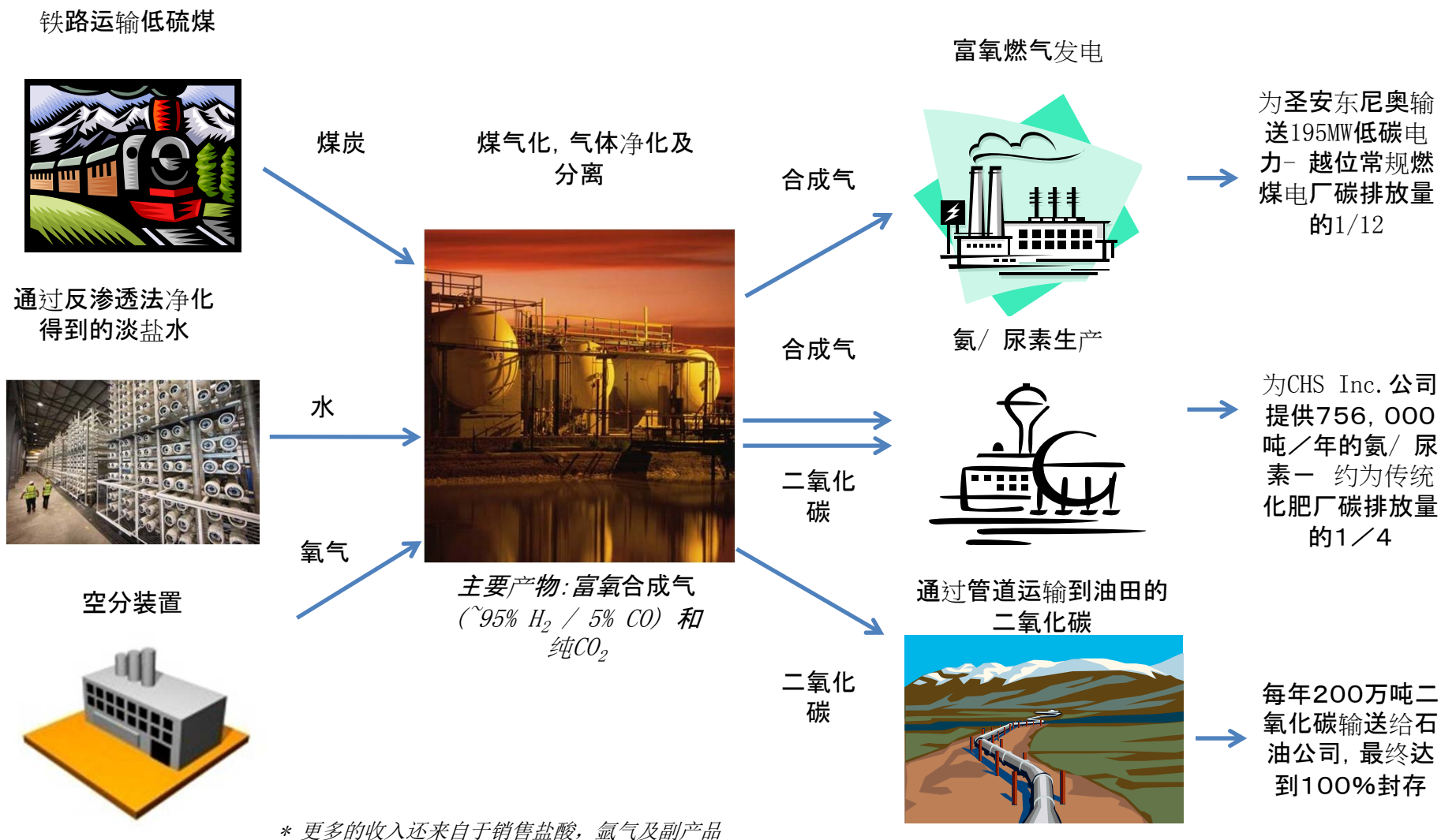
现有的天然二氧化碳来自德克萨斯州墨西哥湾，二叠纪盆地和怀俄明州储量≈3亿立方英尺/天。

工业界和美国政府预期需求将增长3倍。多余出来的二氧化碳需求必将主要靠捕集的二氧化碳满足(即来自工业和电厂的CCS)。10亿立方英尺/天≈ 2000万吨/年。因此, Kinder Morgan公司的图表显示二氧化碳的年需求量将从2015年的约6000万吨增长到2035年的约2亿吨。



来源:Kinder Morgan 2012 分析师讲演稿

高峰电力德州清洁能源项目将煤炭，盐水以及空气转化成近零碳排放电力，废料以及用于驱油的二氧化碳



为什么德州清洁能源项目 (TCEP) 如此重要？

德州清洁能源项目将是世界范围内首个拥有以下特点的电力项目：

- 运用最先进的煤气化技术
- 同时产生并分离氢气和二氧化碳两种气体
- 永久减排90%以上煤炭利用产生的二氧化碳
- 实现二氧化碳驱油的商业价值
- 证明同时生产电力（碳排放最低的燃烧碳氢化合物的电力生产）和化工产品可行
- 中美合作融资和建设大规模二氧化碳捕集电厂



中国宁夏西门子气化炉



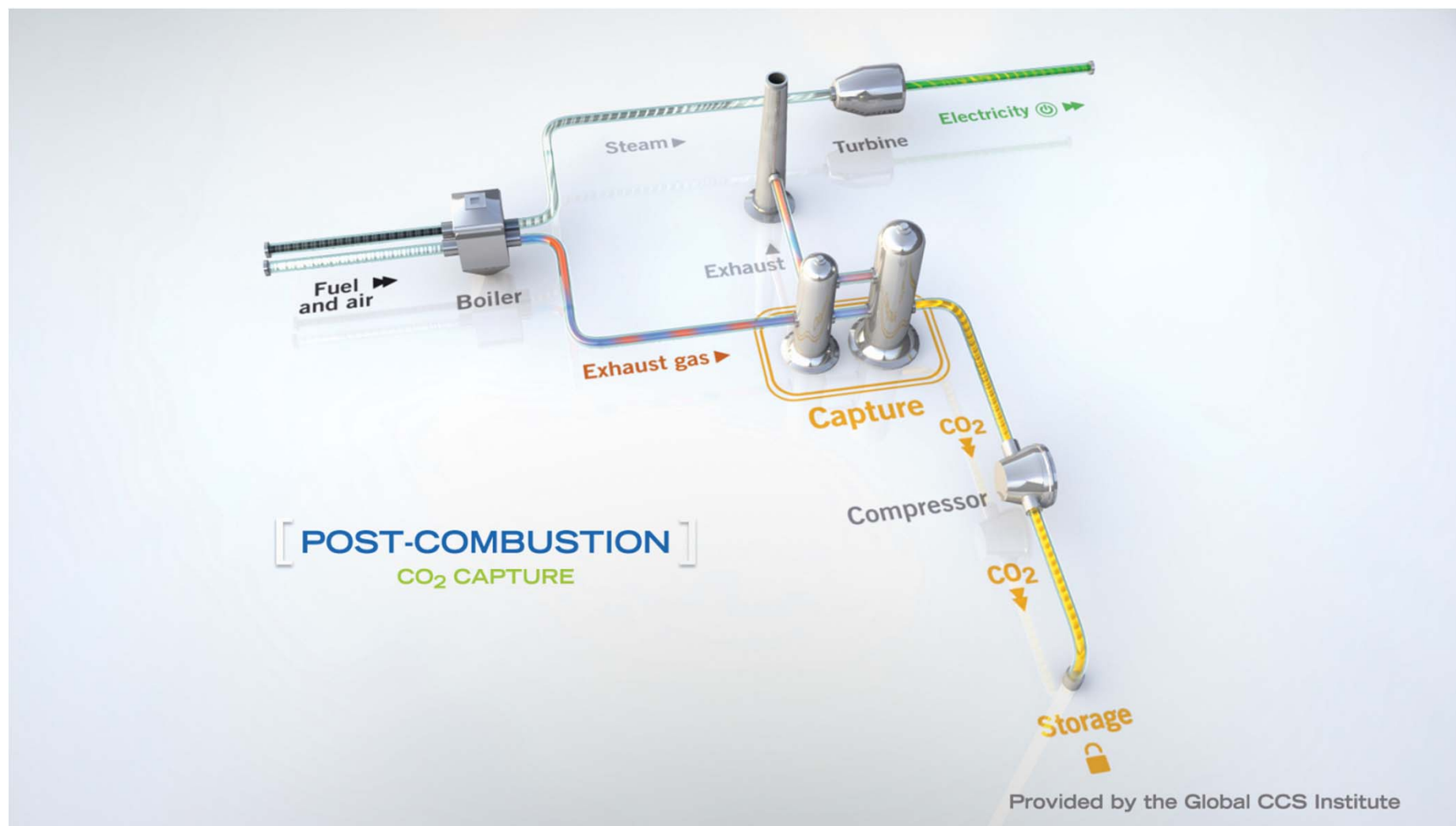
林德公司Rectisol®二氧化碳分离装置

全球最大的煤气化项目： 宁夏



中国在煤气化生产化工产品方面领先于世界，也能在煤气化捕集二氧化碳方面领先于世界。为什么不能在用捕集来的二氧化碳驱油和通过煤气化生产低碳电力方面领先于世界？

二氧化碳也可以同样从燃煤电厂捕集，包括改造现有电厂，从燃煤电厂的烟道气中捕集二氧化碳称为“燃烧后捕集”



一些活跃的燃烧后捕集项目

项目名称	地点	燃料	设备 供应商*	现状	备注
Plant Barry	美国 (阿拉巴马 周)	煤		2011年 6 月起开始运 行	25 MW 无驱油- 所有二氧化碳封存
Boundary Dam	加拿大	煤		建设中 2014年秋季 运行	160 MW.90%二氧化碳捕集 并应用于驱油
W.A.Parish	美国 (德州)	煤		2014年 7 月 公布财务性结算	250 MW.90%二氧化碳捕集 并应用于驱油
Peterhead	英国 (苏格兰)	天然气		可行性研究	英国气候竞赛两位获奖者。 预计在2018年开始运营

*其他被验证过的燃烧后捕集系统的供应商包括华能清洁能源研究院, 林德/德国巴斯夫, 福陆等。

Linde



有关二氧化碳驱油问答

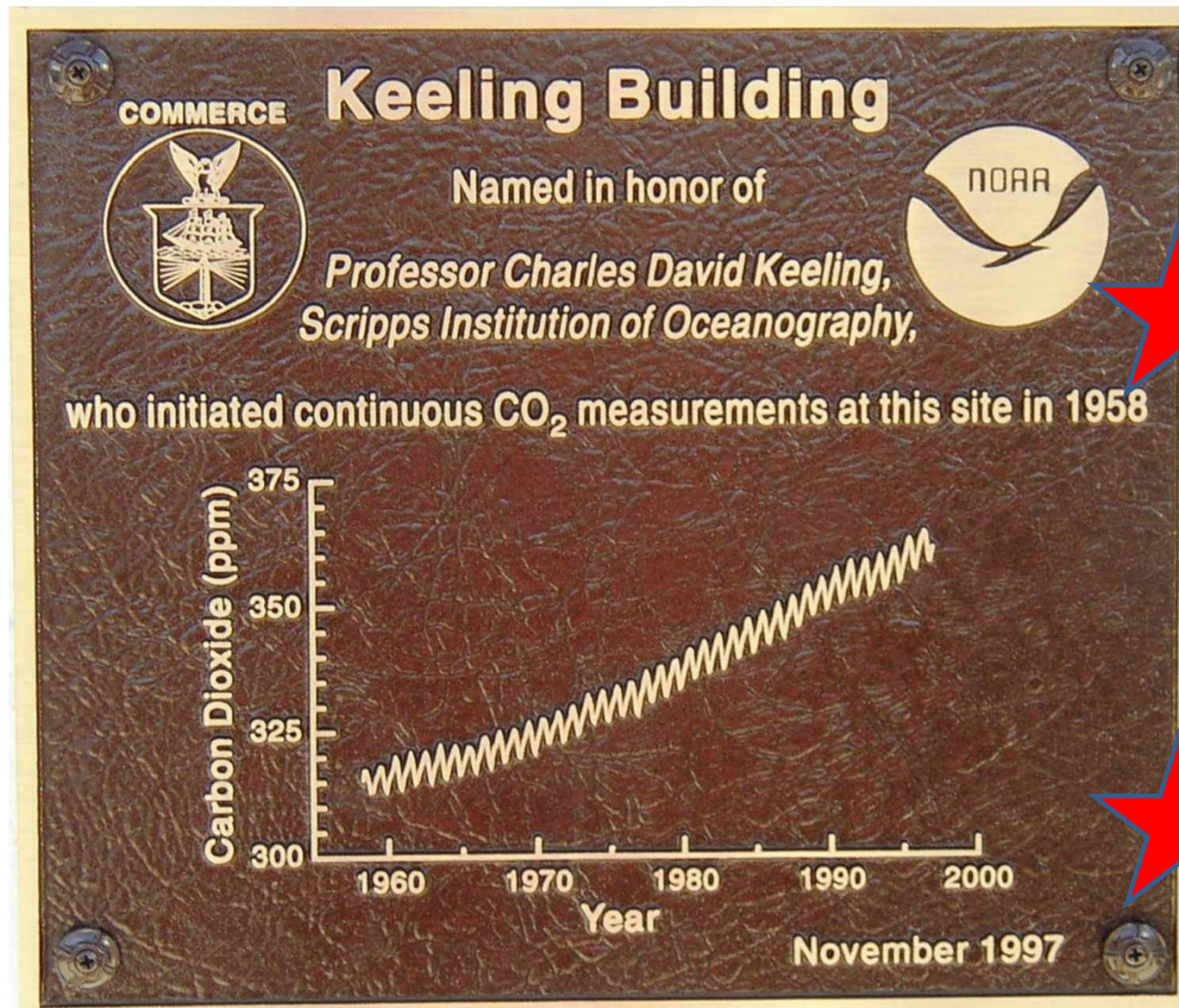
问题	答案
发电厂需要捕集碳吗？	是的。发电厂是二氧化碳的最大来源。 在美国，新规则要求大幅削减二氧化碳排放量。减少碳排放量=美国和中国需高度重视的问题
电厂能够捕集碳吗？	是的。华能清洁能源研究院已在中国捕集碳。在北美有关系统正在安装（壳牌和三菱）。
油井真正可以使用二氧化碳吗？	是的，在美国，大约100万桶/年来自二氧化碳的使用。 中国可以生产同样多或更多。中国有合适的主要油层和剩余油层的地质条件。
石油生产能支付二氧化碳吗？	是的。目前的价格在得克萨斯州约为每吨35-40美元。 在一些州较低，在其他州可能更高。
二氧化碳可以被运输吗？	是的。在美国已有约5000英里的二氧化碳管道。
二氧化碳驱油是否可产生永久性碳减排？	是的。与油一起升到地面的二氧化碳被重新压缩和重新注入。最终，所有被封存地下。
生产的石油是否也含碳？	是的。但比起注入的二氧化碳要少得多。没有其他的石油生产方法可以捕获地下的二氧化碳。

S. 胡里奥·弗里德曼博士， 美国能源部



“去年，全世界使用的风能，太阳能，生物质能和水电比以往任何时候都多。我们同时使用更多的煤炭，石油，天然气和核电比以往任何时候也都多。我们使用的能源总量比以往任何时候都多。”

二氧化碳封存为什么有意义？



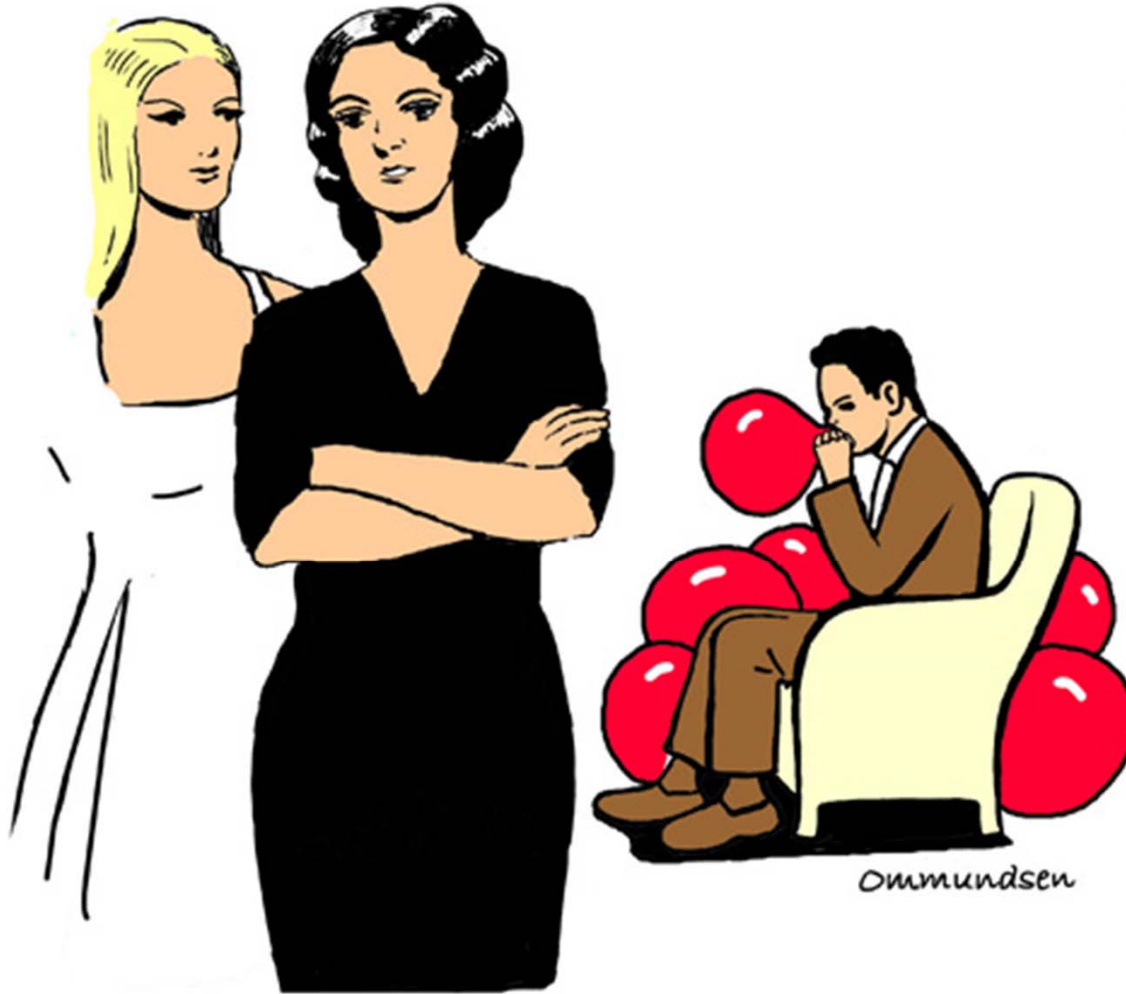
400 ppm

夏威夷
Mauna Loa
的板块

2014
年

结论：

二氧化碳捕集利用和封存并非新鲜事物，但对于地球至关重要 – 而且能够盈利



“Frank’s into carbon sequestration.”

谢谢! Thank you!

*高峰电力集团有限责任公司
83 South King Street
Seattle, Washington 98104*

www.summitpower.com
www.texascleanenergyproject.com