

课题二第2专题

辽河油田深部咸水层CO₂封存潜力研究 CO₂ storage potential in deep saline aquifer in Liaohe Oil Field

中国科学院地质与地球物理研究所
中国地质大学(北京)能源学院

Institute of Geology and Geophysics, CAS
College of Energy, China University of Geoscience

北京

2012.4.17-18

Changchun, China

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



主要研究成果

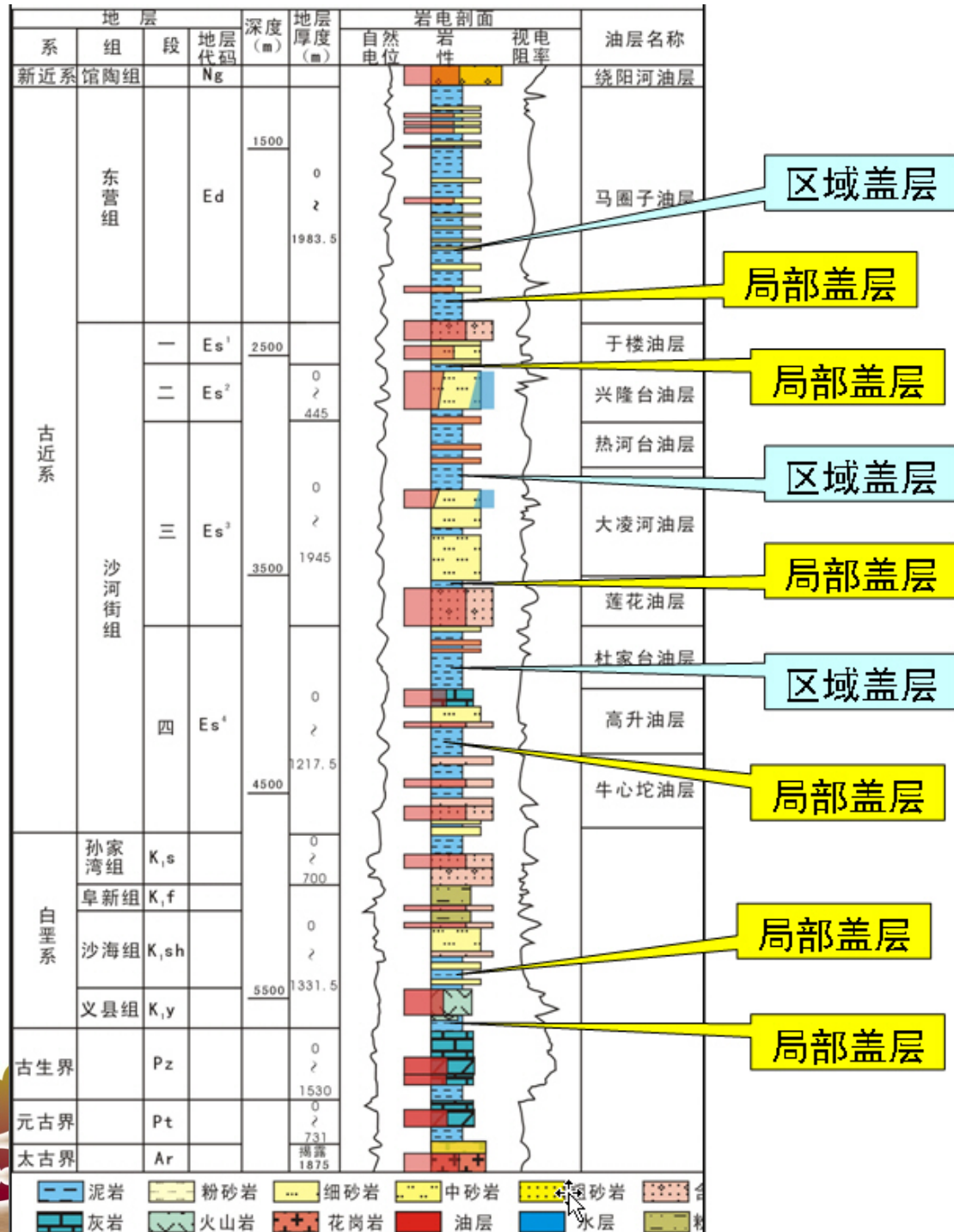
1. 通过对盆地演化的研究，提出目标区发育三套封存CO₂的区域储盖组合



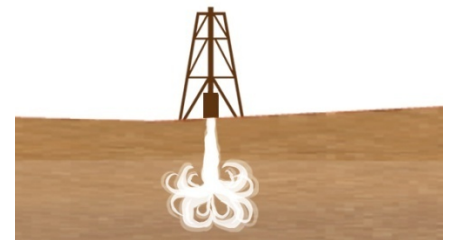
China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



区域储盖组合

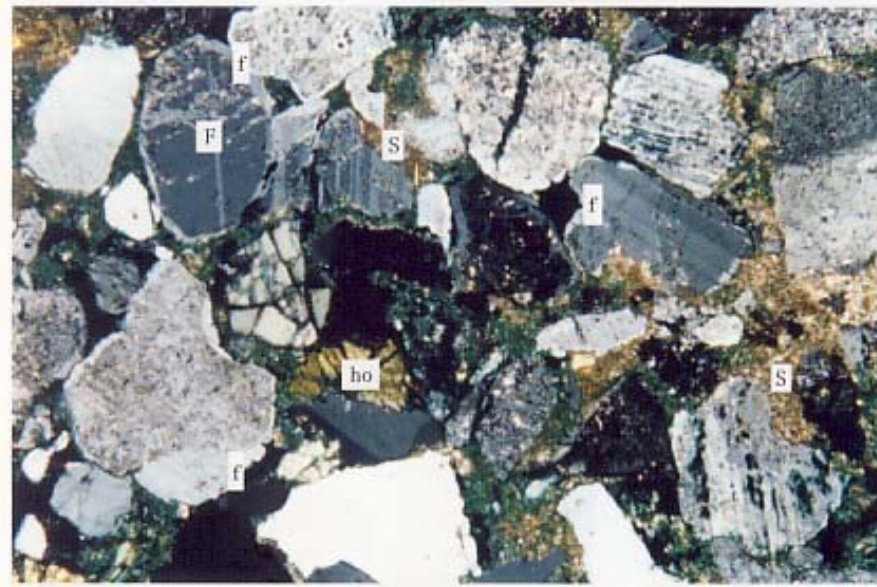


CAG



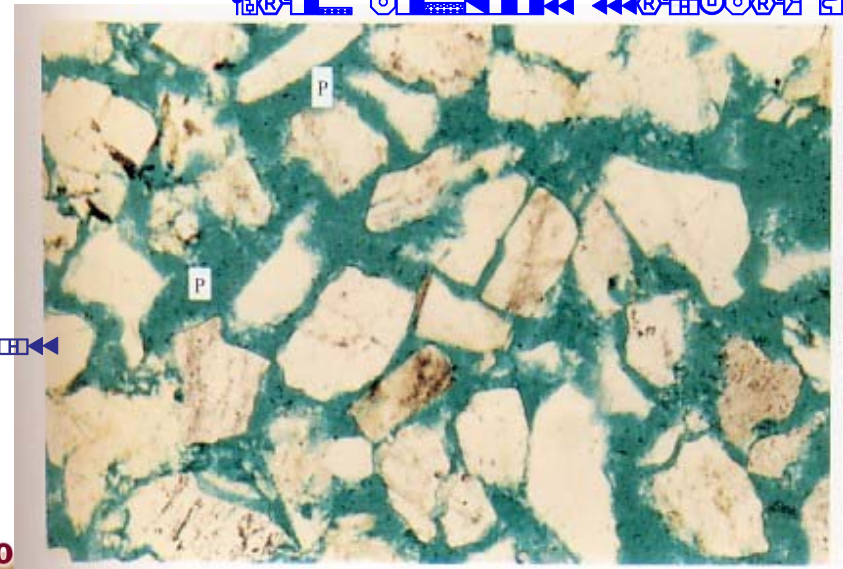
2. 储盖层岩性特征

对相应储集层物性进行描述



沙三段中-细砂岩

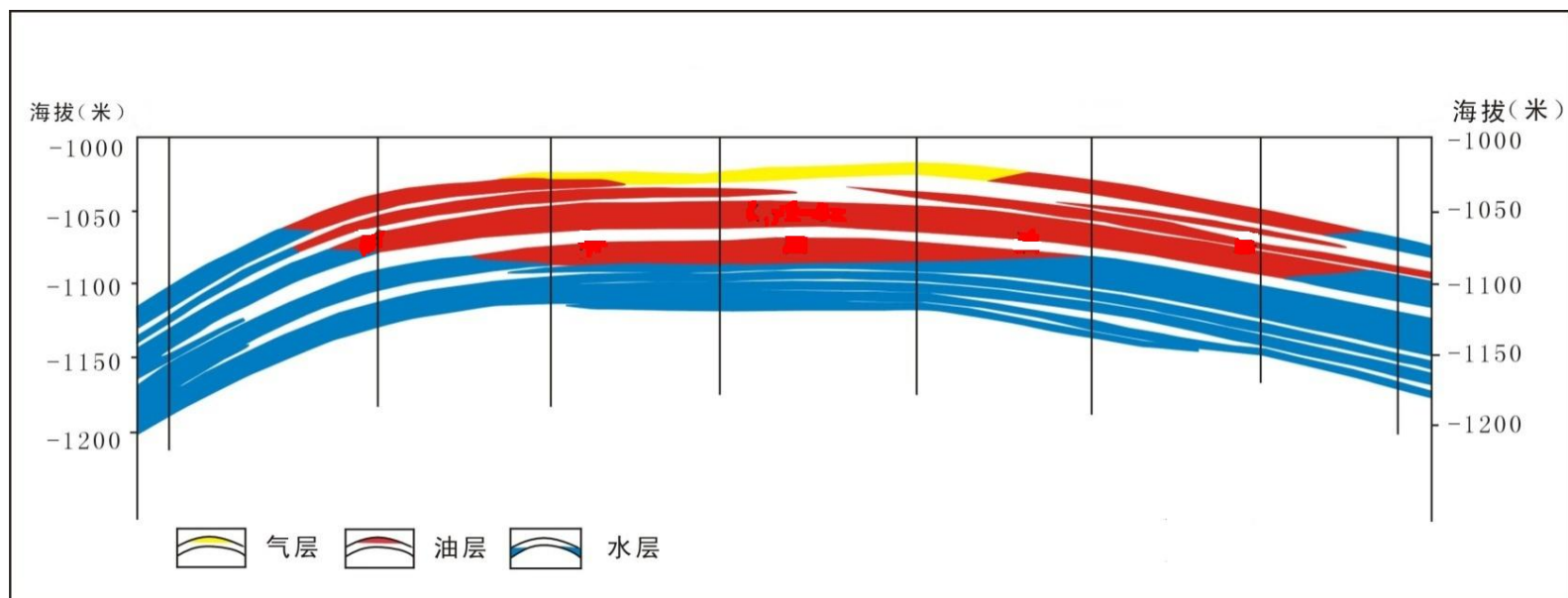
原生粒间孔隙



3. 深部咸水层CO₂封存潜力的评估

3.1 深部层间咸水层的确定

主要结合油田内与油藏伴生的含水层，没有考虑沉积盆地内边界开放的含水层。



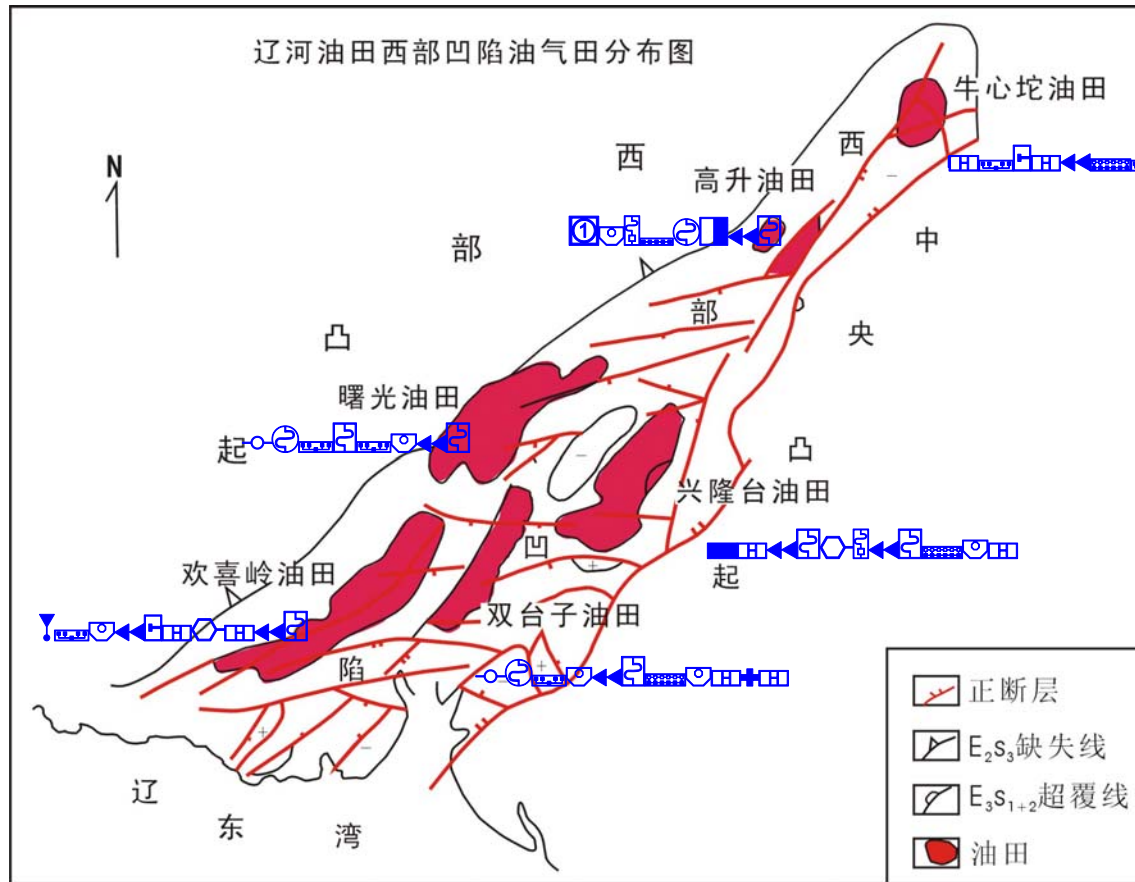
cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



3.2 确定辽河油田咸水层储盖层分布



查明油田各个凹陷地层、构造、封盖特征，对东部凹陷、西部凹陷、大民屯凹陷的油、水性质、构造特征进行了详细考察。分析了不同构造带对储集层和盖层分布的控制作用。沙河街组咸水层出现在岩性油藏、断层—岩性油藏；沙一、二段滚动背斜油气藏；东三段构造—岩性或滚动背斜油气藏。总体为断块底水油气藏，即咸水层位于断块油气藏的底部。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



3.3 对辽河油田CO₂咸水层封存进行适宜性和风险分析

筛选适合CO₂咸水层埋存的区块，并建立油田咸水层的CO₂封存潜力和评估体系。针对CO₂咸水层埋存的目标区进行地质调研，盖层在岩性上主要是泥质盖层，在横向连续性和稳定性上，区域盖层和局部盖层都存在，区域盖层普遍发育，局部盖层很多。上覆盖层广泛发育，直接盖层分布众多。



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



对油田的咸水层特征进行了描述和分析。
下辽河拗陷是一个三面环山，一面靠海的汇水盆地，地表水和地下水都有充足的补给来源。西部凹陷和东部凹陷的油田水矿化度均比大民屯凹陷高，但油田水的成因具有一致性。



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



下辽河坳陷油田水矿化度与埋藏深度关系

| 井号 | 层位 | 埋藏深度 (m) | 矿化度 (mg/l) | 井号 | 层位 | 埋藏深度 (m) | 矿化度 (mg/l) |
|-----|--|---------------|---------------|-----|-------------------------------|---------------|---------------|
| 欢35 | E ₃ s ₂ | 1441.4-1475.2 | 2425.4 | 海27 | Ng | 1246-1310 | 601-841 |
| | E ₃ s ₂ | 1487.6-1492.6 | 2467.2 | 海31 | E ₃ d | 1787-1871 | 2627-2835 |
| | E ₃ s ₃ ^F | 2474.0-2481.8 | 4977.3 | 海26 | E ₃ d | 2540-2600 | 6900 |
| | E ₂ s ₄ | 2538.4-2565.0 | 4339.5 | 海22 | E ₃ s ₂ | 3249-3253 | 7244 |
| 黄7 | E ₃ d | 2222.6 | 2500 | 沈24 | E ₃ s ₂ | 2169.0-2178.6 | 2559.88 |
| | E ₃ s ₁ ^中 | 2500 | 2419 | | E ₂ s ₃ | 2169.0-2200 | 3962.20 |
| | E ₃ s ₁ ^中 | 2714 | 4160 | | E ₂ s ₃ | 2187.8-2200 | 2684.6 |
| | E ₃ s ₁ ^中 | 2717.4 | 5726 | | E ₂ s ₃ | 2169.0-2539.4 | 3611.98 |
| | E ₃ s ₁ ^下 | 3007.0 | 7136 | | E ₃ s ₃ | 2530.4-2539.4 | 4301.11 |
| | E ₂ s ₃ | 3097.0 | 8292 | | | | |

引自《中国石油地质志》卷三 辽河油田



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



辽河油田西部凹陷的含水层比较特殊，在埋深**800m** 至**2500m**之间的含水层多为矿化度比较低的油层层间水，其中一部分作为油藏的边界提供了天然能量和隔挡作用。同时，在油田的开发过程中可能还会被动用，因此这部分含水层建议保留。



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



油田西部凹陷埋深在**2500**左右以下时，油田水可以达到咸水标准。由于**2500**米太深，注入成本费用高，并不适合往这么深的地下埋存**CO₂**，而微咸水还有其他用途，建议不要在微咸水层埋存**CO₂**。



China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



3.4 咸水层CO2封存潜力的初步计算

考虑到地质资料的敏感性，在计算封存量时，有些参数采用估计数值，基本采用**CSLF**的计算方法：

$$\begin{aligned} M &= M_r + M_s \\ &= A \cdot h \cdot \phi \cdot (1 - S_{wirr}) \cdot \rho_{CO_2} + A \cdot h \cdot \phi \cdot S_{wirr} \cdot S_o \end{aligned}$$



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



其中：

M-总储存量， t； Mr-置换储量， t； Ms-溶解储量， t； A-地层面积， m^3 ； h-地层厚度， m； ϕ -地层孔隙度， %； S_{wirr} -地层束缚水饱和度， %； S_o -CO₂在地层水中的溶解度， kg/m^3 ；

ρ_{CO_2} -地层状态下超临界二氧化碳的密度， kg/m^3 。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



西部凹陷的主力油田是兴隆台油田、曙光油田、欢喜岭油田，它们的圈闭面积大，地质储量丰厚，有较大的储存空间，封存的条件较好，且勘探资料比较齐全，因此选择作为候选封存区域。

评估咸水层**CO2**封存潜力，主要计算**2500m**至**3000m**之间咸水层的封存量。

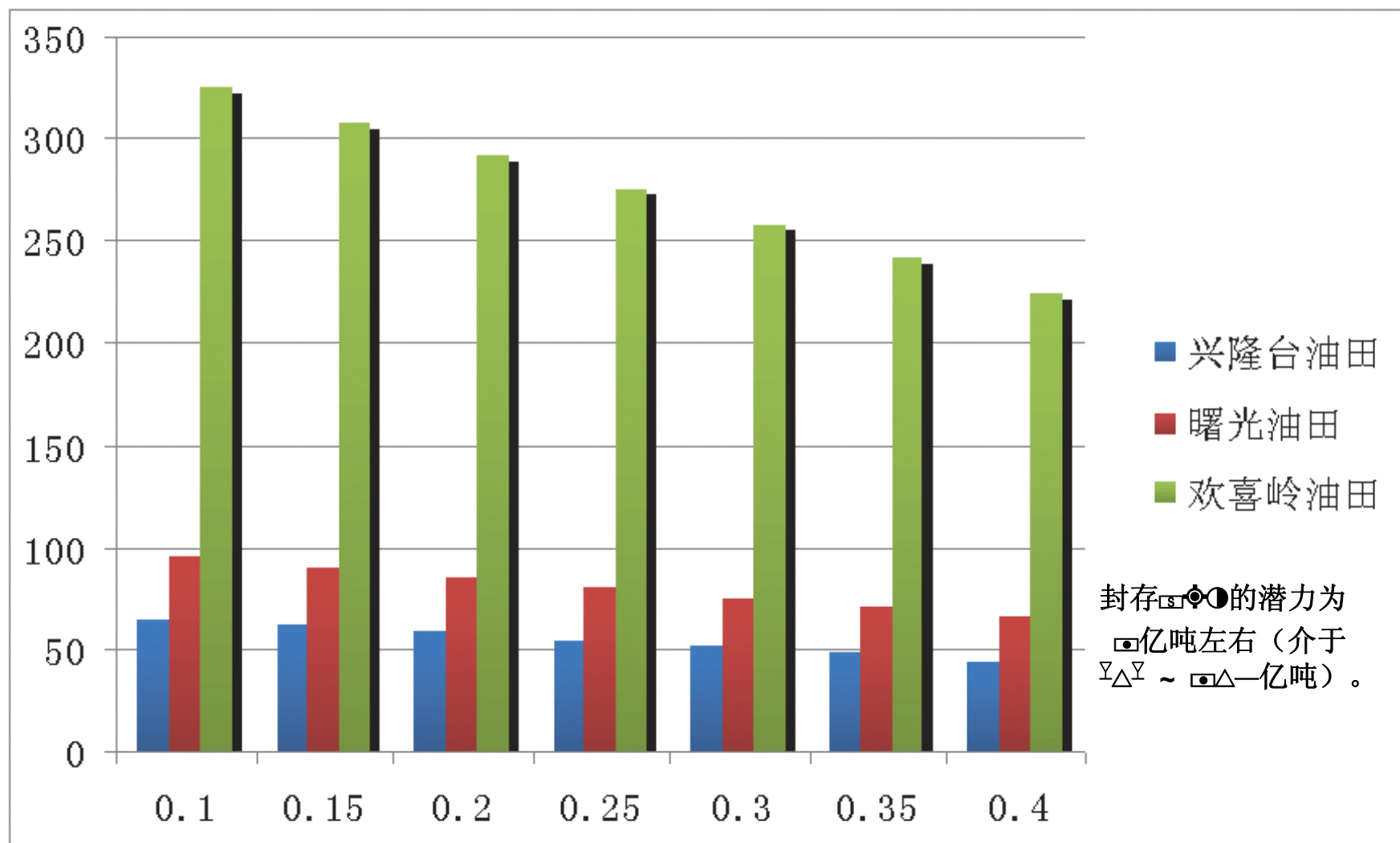
| 束缚水饱和度 (Wirr) | 兴隆台油田 (Mt) | 曙光油田 (Mt) | 欢喜岭油田 (Mt) | 合计 (亿吨) |
|------------------|---------------|--------------|---------------|------------|
| 0.1 | 64 | 94 | 324 | 4.82 |
| 0.4 | 44 | 65 | 224 | 3.33 |



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



西部凹陷主要油田咸水层CO₂封存潜力



cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



由于地下**2500**米处的咸水层太深，**CO₂**封存势必加大注入成本，所以，并不适合进行封存，同时还应考虑到在咸水层与微咸水层之间并不存在有效的隔水层，注入深部咸水层的**CO₂**在与周围地下水反应变成碳酸后会向上运移，导致上覆水体的污染。所以，在西部凹陷区咸水层封存**CO₂**风险较大。



China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



谢谢!

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存

