

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

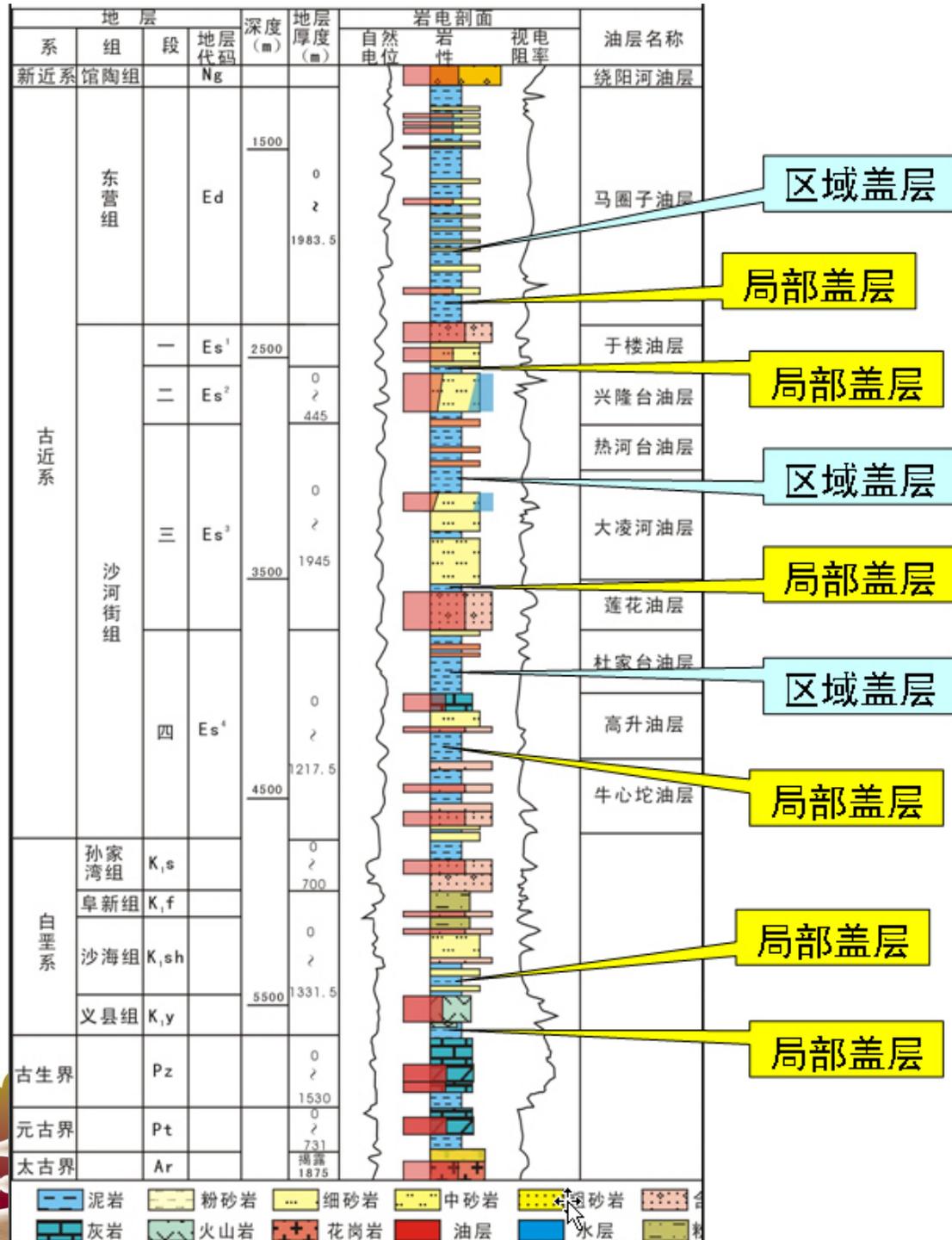
1. 通过对盆地演化的研究，提出目标区发育三套封存CO₂的区域储盖组合



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



区域储盖组合

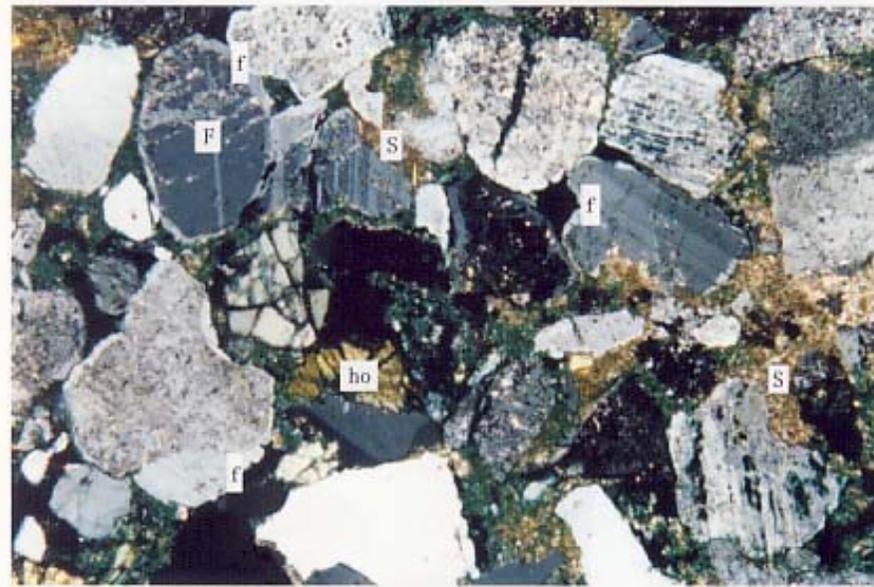


cag



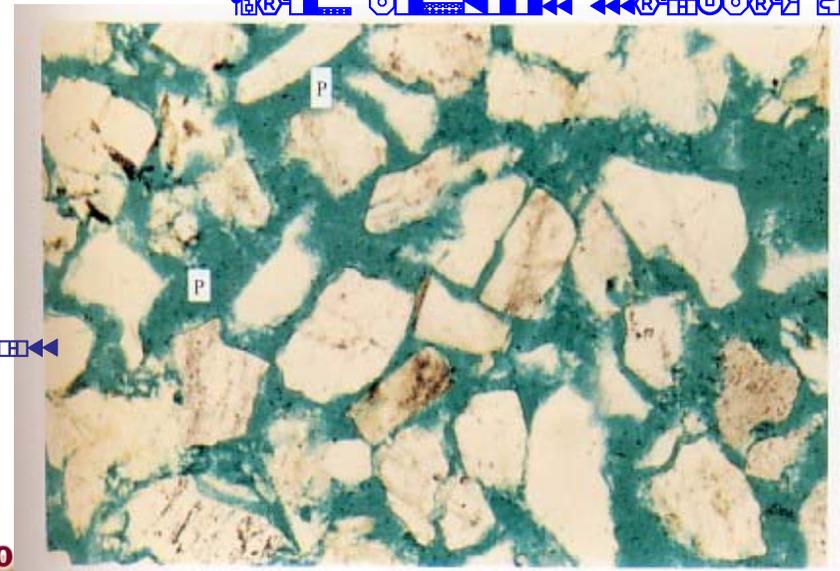
2. 储盖层岩性特征

对相应储集层物性进行描述



沙三段中-细砂岩

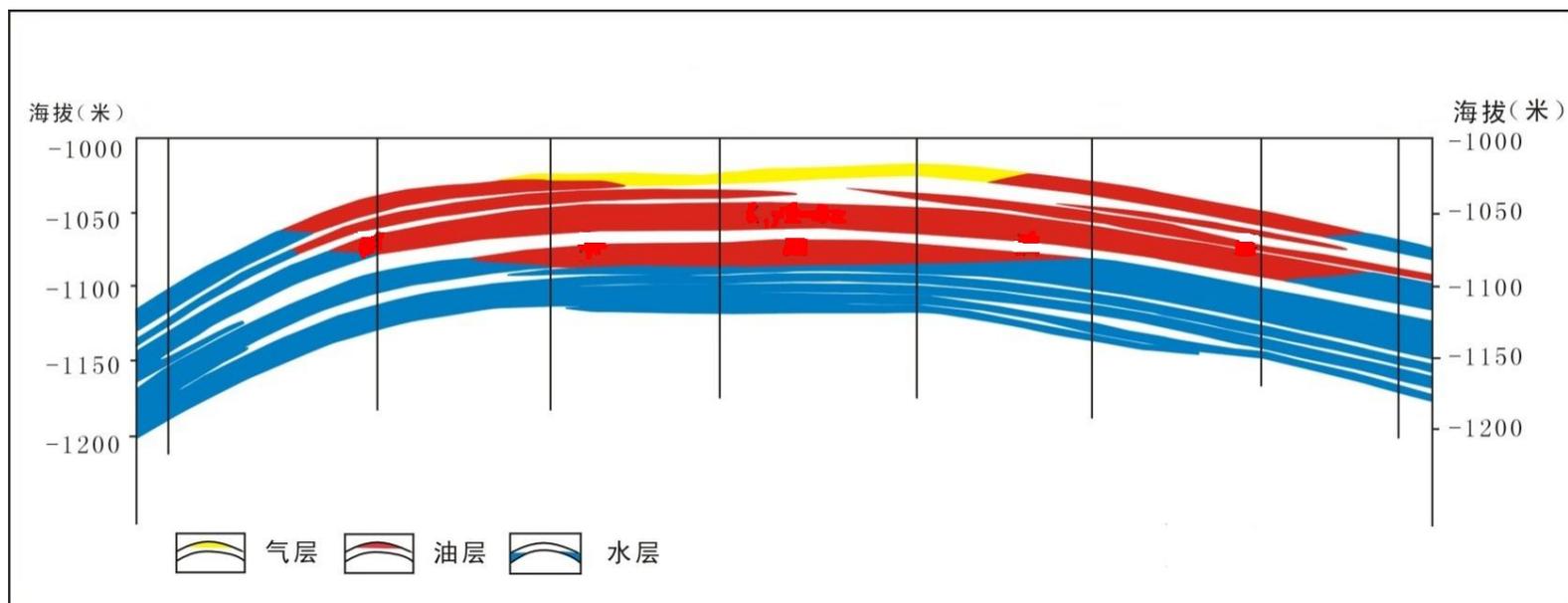
原生粒间孔隙



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。



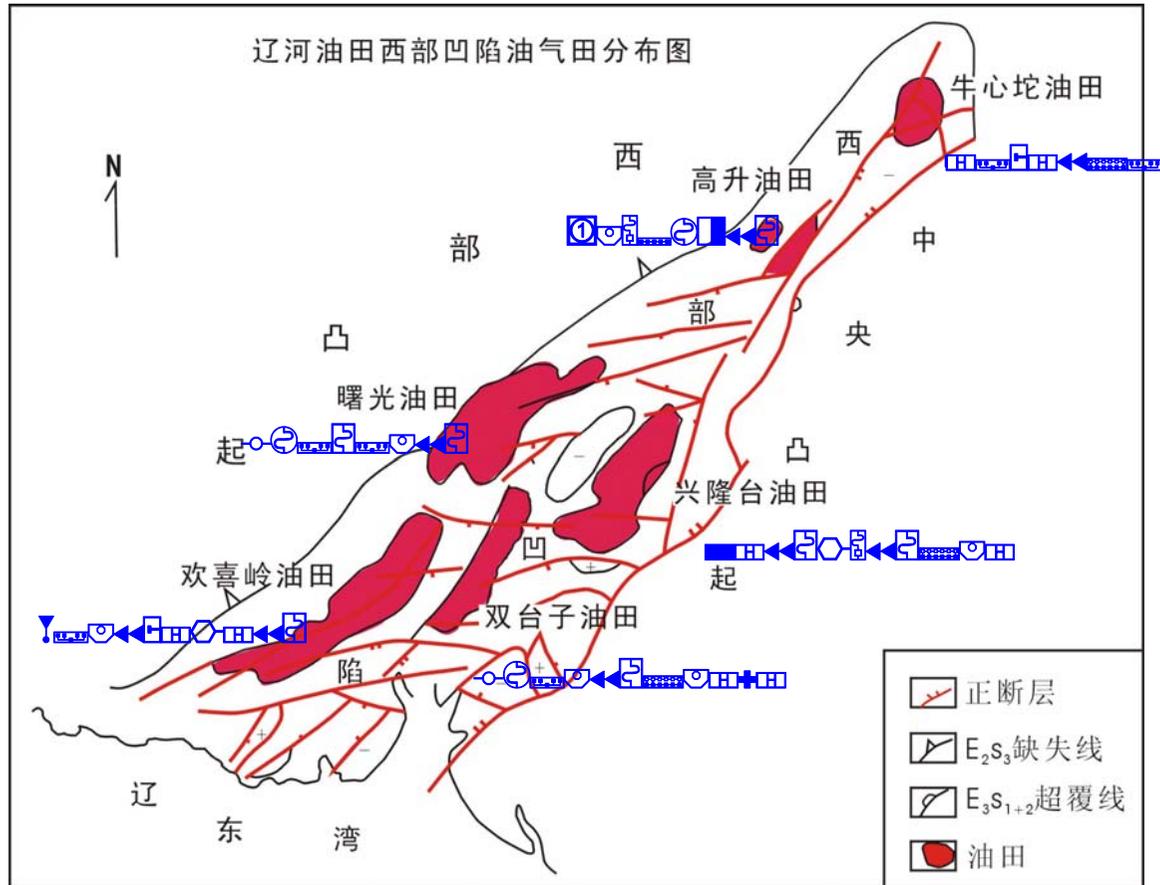
cags

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



下辽河拗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。

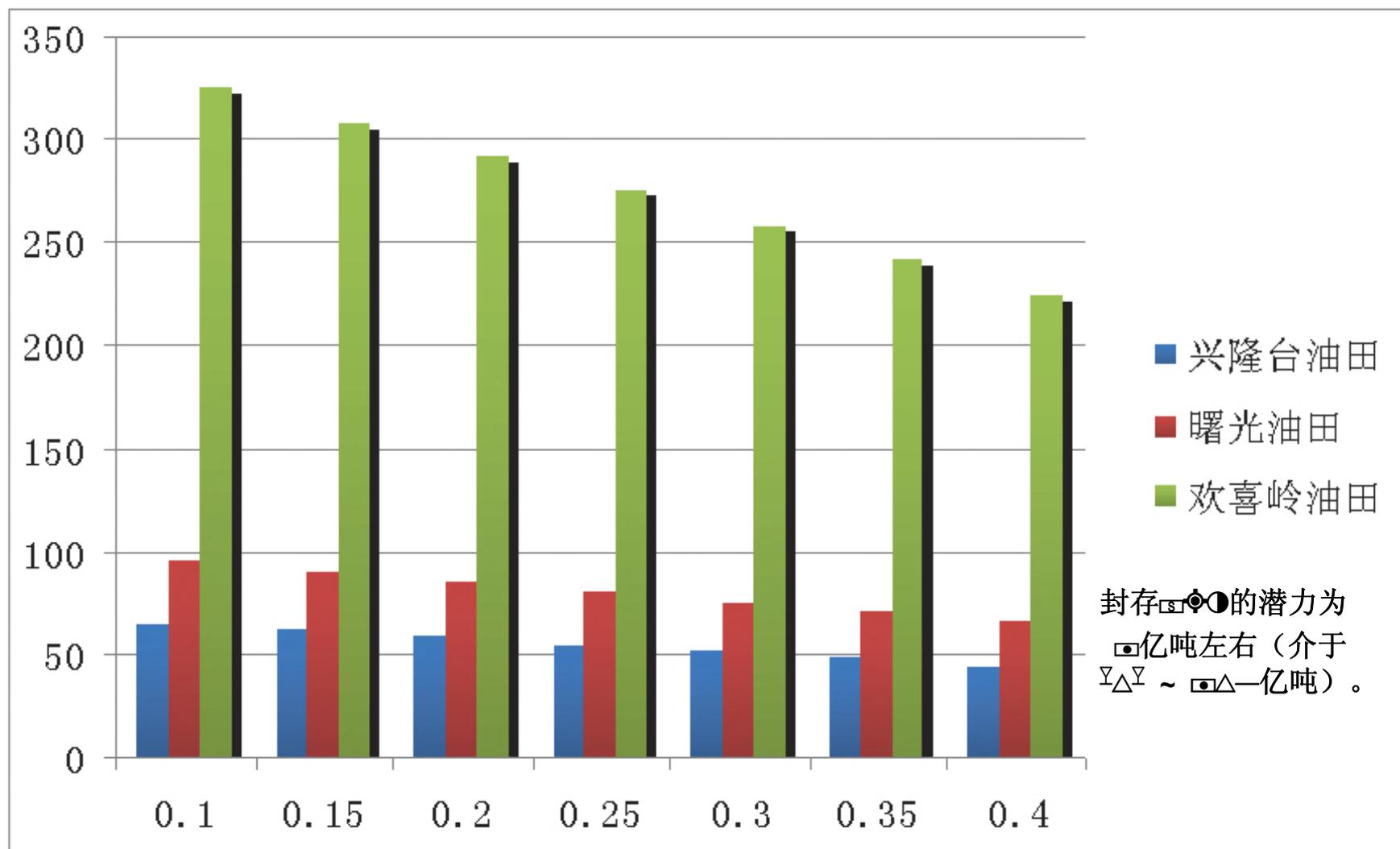
束缚水饱和度 (Wirr)	兴隆台油田 (Mt)	曙光油田 (Mt)	欢喜岭油田 (Mt)	合计 (亿吨)
0.1	64	94	324	4.82
0.4	44	65	224	3.33



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



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

