

科技部中国21世纪议程管理中心：
中澳二氧化碳地质封存项目(CAGS)

深部咸水层二氧化碳地质封存选址 指标体系研究

Site Selection and Criteria of CO₂ Geological Storage in Deep Saline Aquifer

Zhang Hui, Guo Jiangqiang, Zhang Senqi, Li Xufeng
张徽、郭建强、张森琦、李旭峰

Center for hydrogeology and environmental geology , CGS
中国地质调查局水文地质环境地质调查中心

Outline of Talk 提纲

1

Research Background 研究背景

2

Methodology 研究思路

3

Technical Content 成果内容

4

Results and Products 结论产出

1. Research Background

研究背景

中国科技部中国21世纪议程管理中心和澳大利亚地球科学局签署的“中—澳二氧化碳地质封存合作项目（China-Australia Geographic Storage, CAGS）”研究任务之——
“二氧化碳地质封存选址方法及其指标研究”

本研究内容是项目部分研究成果。



中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

2. Methodology 研究思路

2.1 从封存介质选取主要研究对象

2.2 分析研究对象属性特征

2.3 选址原则与工作阶段

2.4 指标体系

2.5 案例研究

Outline of Talk 提纲

1

Research Background 研究背景

2

Methodology 研究思路

3

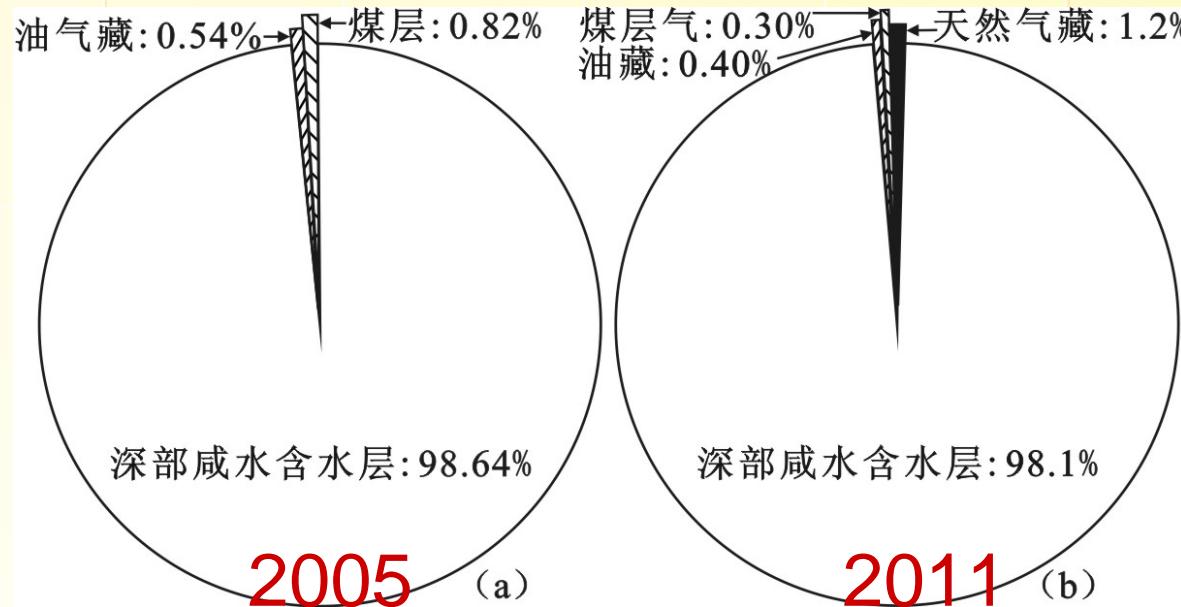
Technical Content 成果内容

4

Results and Products 结论产出

3.1 Why select deep saline aquifer?

选取研究对象——为什么选择深部咸水层？



Proportion
composition of
different types of
CO₂ geological
storage medium

The data in 2005 and 2011 show that potential capacity of deep saline aquifer constitute about 98 % of total capacity, far higher than other types of storage medium

结果表明：深部咸水层CO₂地质封存潜力占98%以上，远大于其他封存介质，是实现规模化CO₂地质封存的主力。

3.2 The attribute definition of the deep saline aquifer for CO₂ geological storage

适宜CO₂地质封存的深部咸水层属性界定

Water quality 水质属性

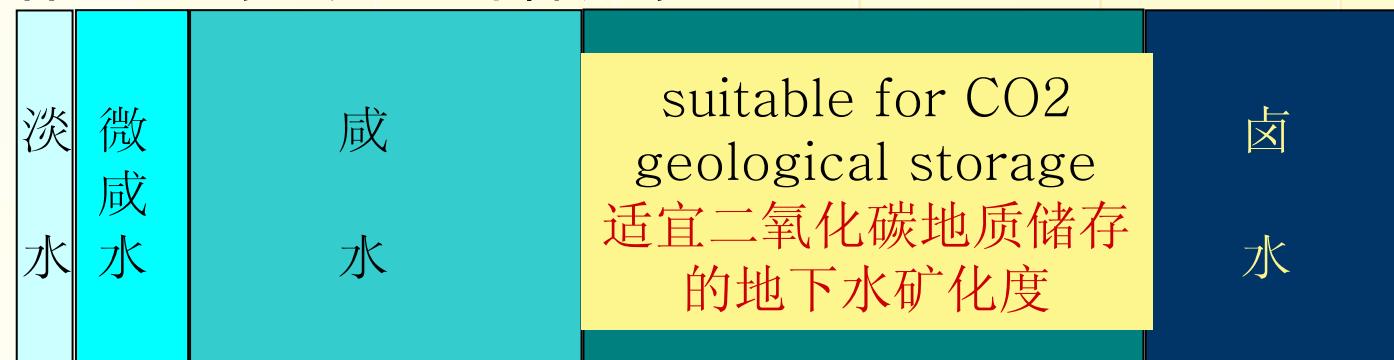
Hydrogeological properties 水文地质属

性 Resource Properties 资源属性

Vulnerability and environmental protection
properties of the shallow groundwater
浅层地下水脆弱性和环境保护属性

3.2 适宜CO₂地质封存的深部咸水层属性界定

- TDS of the deep saline groundwater is between 10 and 50g/L. The water can't be used as industrial and agricultural water and satisfied for demand of the underground brine. So, the deep saline aquifer is “rubbish” in modern technology economic conditions.
- 确定深部咸水层地下水矿化度介于10~50g/L之间，为既不能作为工农业用水，也不满足地下卤水液体矿矿化度要求，当今技术、经济条件下“不可利用”的深部咸水层。



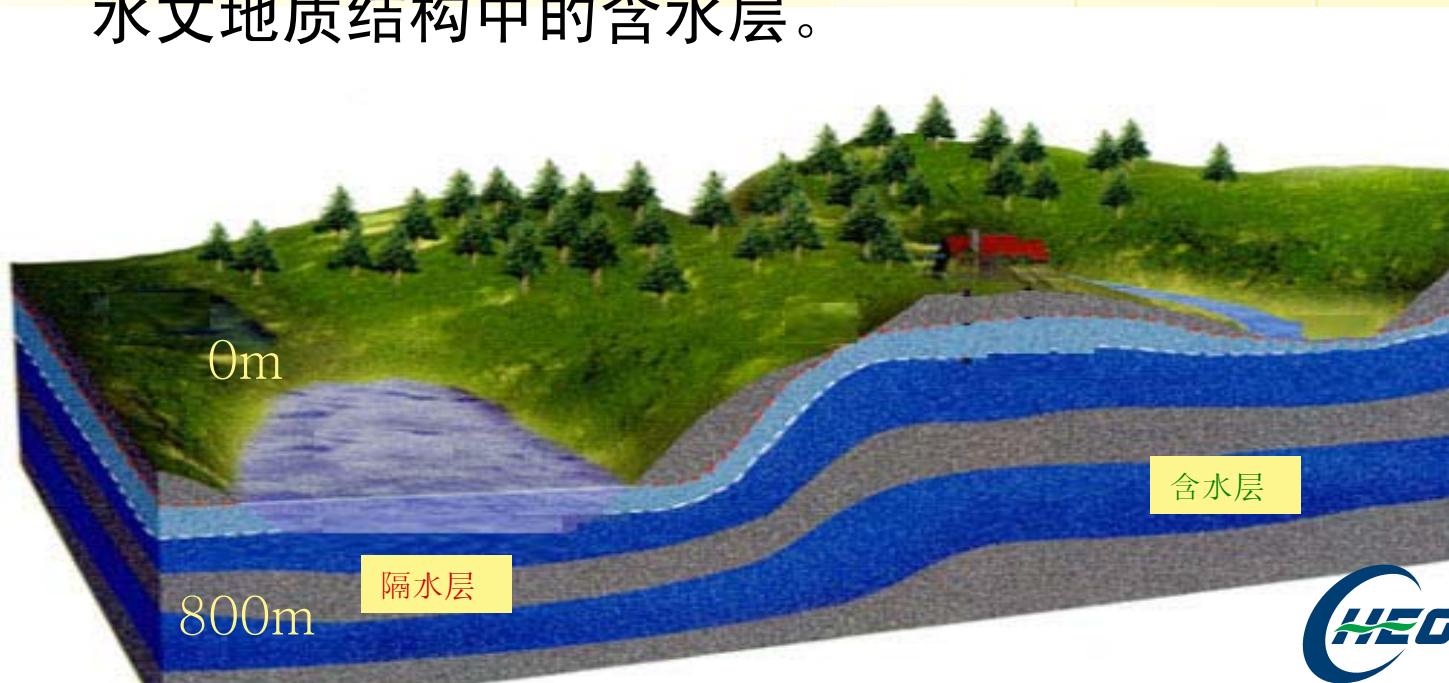
单位 : g/L 1 3 10 50



中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

3.2 适宜CO₂地质封存的深部咸水层属性界定

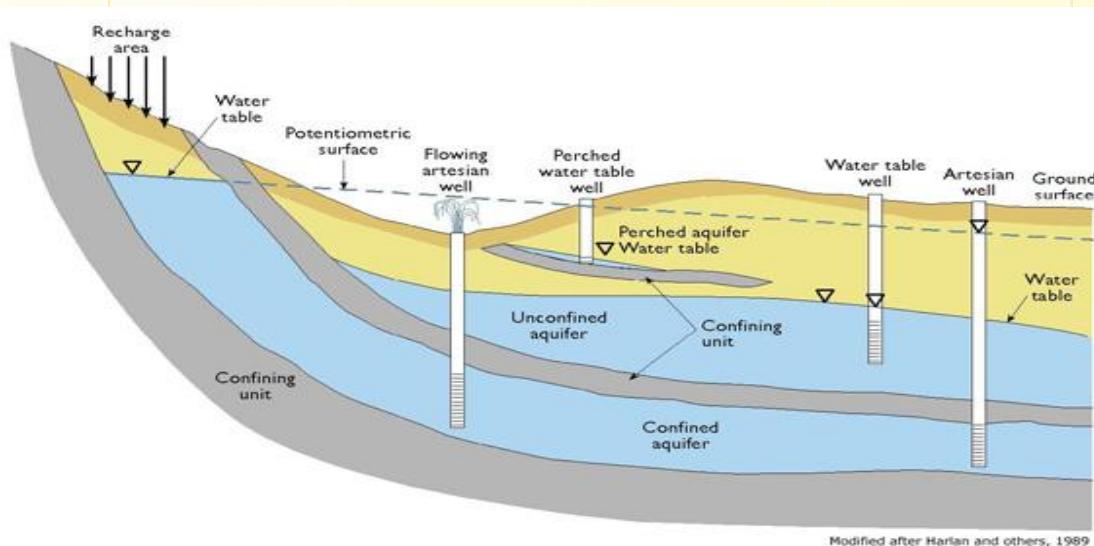
- 深部咸水层的水文地质属性
- The deep saline aquifer which appropriate for CGS is the aquifer with aquiclude (cap rock) bottom below 800m depths, alternating of the flow water is slower, and the hydrogeological structure is semi-closed or closed.
- 适宜CO₂地质封存的深部咸水层是指稳定隔水层（盖层）底板800m深度以下，水流交替缓慢或十分缓慢的半封闭、封闭型水文地质结构中的含水层。



中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

3.2 适宜CO₂地质封存的深部咸水层属性界定

- 深部咸水层的资源属性
- The deep saline aquifer which appropriate for CGS can't be satisfied for the industrial and agricultural used as water and geothermal resources, and isn't occurrence liquid minerals under the modern technology and economic conditions .
- 适宜CO₂地质封存的深部咸水层是指现今技术、经济条件下，不能满足工农业利用的水资源、地热资源，亦非赋存有液体矿矿水的含水层。



中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

3.2 适宜CO₂地质封存的深部咸水层属性界定

- 浅层地下水脆弱性和环境保护属性
- The top of the deep saline aquifer must have good cap rock in order to segregate from the drinking water aquifer. The cap rock can't have crack, live break and abandoned wells run through the cover layer for avoid CO₂ escape which can effect to the top shallow water quality, soil and atmospheric environment
- 要求封存CO₂的深部咸水层上覆必须有良好的盖层或隔水层与饮用水含水层隔离，或隔水层无裂缝和活断裂贯穿，亦无贯穿盖层的废弃井，以避免CO₂逃逸，影响上部浅层饮用水水质、土壤及大气环境。



泥浆和CO₂气体从地底涌出

3. 3 principle of site selection and work stages

选址原则与工作阶段

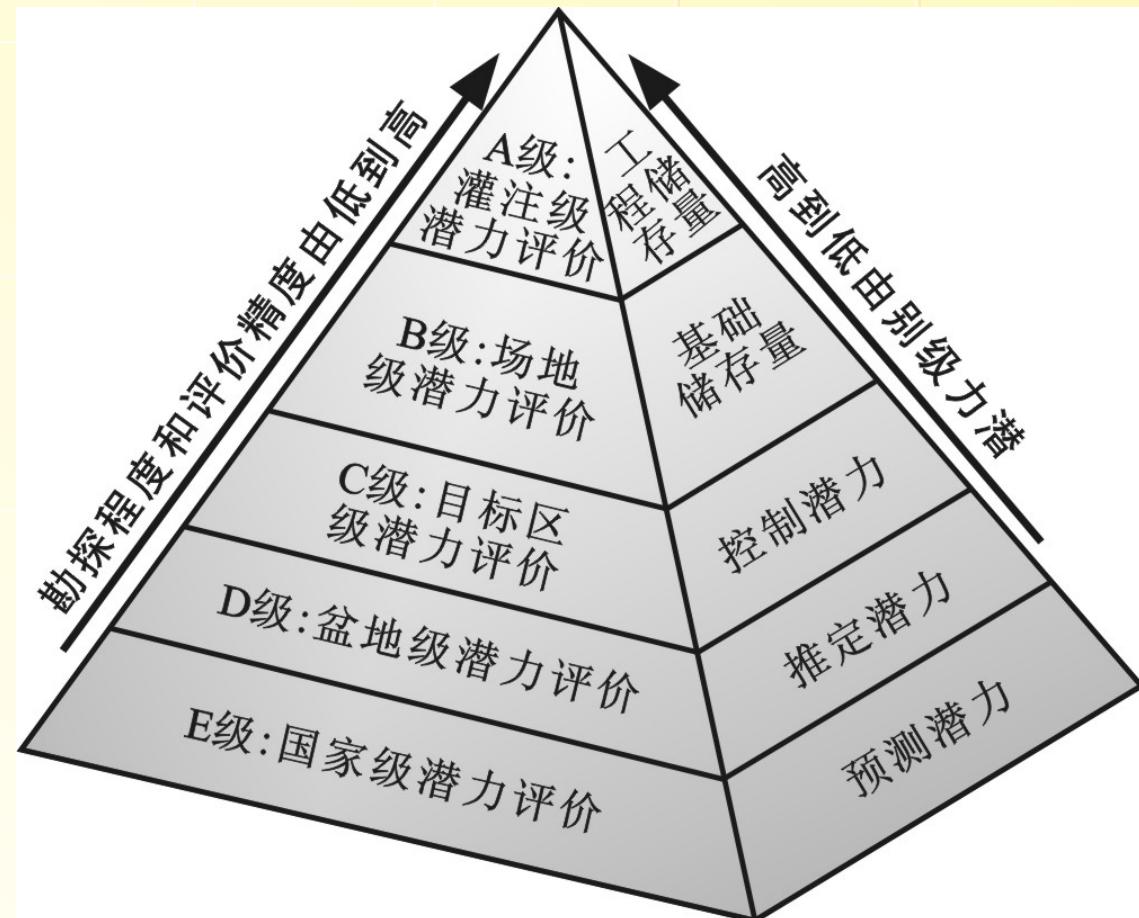
- “地下决定地上，地下顾及地上”
- (1) Huge effective storage capacity 封存量大的原则。
- (2) Safety principle 确保安全的原则。
- (3) Economy principle 经济适宜的原则。
- (4) Site condition accord with the requirements of environmental protection, except the exterior unfavorable geology condition
环境友好的原则。



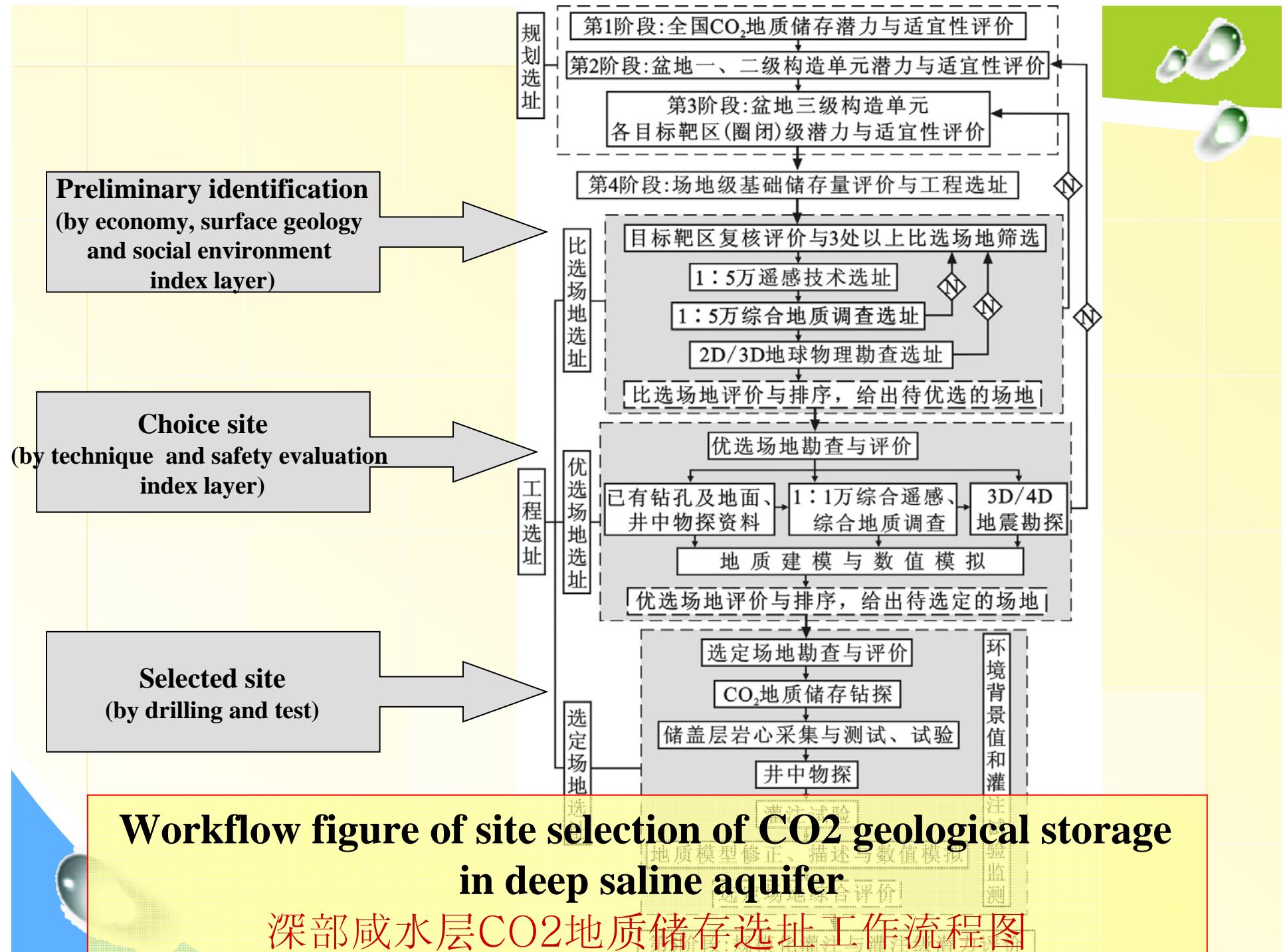
中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

3. 3 principle of site selection and work stages

选址原则与工作阶段



中国CO₂地质储存工作阶段与潜力分级图
working stages and potential grades for CO₂ geological storage in China



3.4 Site selection index system

选址指标体系

Reference 参考资料

机构	评价级别	指标概况	时间
Bachu	盆地	地质构造、盆地规模、厚度、地质、水文地质、地热、碳源规模等15个指标	2003
Oldenburg	场地	基于健康、安全和环境的场地选址	2008
中联煤	盆地+场地	侧重于煤层气,煤层气资源/CO ₂ 储存潜力、生产潜力、CO ₂ 供给潜力、数据的可获得程度、市场潜力、储层深度、煤层厚度、煤质/煤阶、渗透率、饱和度、水的利用等	2008
沈平平等	盆地+场地	侧重于提高石油采收率方面,从盆地特征\资源和储层特征三方面16个指标.	2009
澳大利亚昆士兰州	盆地	盆地沉积特征\储层厚度\物性参数\安全性等	2009
美国能源部	盆地	碳源\储存潜力\储存介质\盆地地层	2010

3.4 Site selection index system

选址指标体系

Site selection index system for CO₂ geological storage in
deep saline aquifer
深部咸水层二氧化碳地质封存指标体系

Technical
index layer
技术指标层

Safety evaluation
index layer
安全性评价
指标层

Economic
evaluation
index layer
经济评价
指标层

Field Location
Index layer
地面选址
指标层

Technical index layer
技术指标层

Reservoir stratum macro characteristics
储层宏观特征

Hydrogeological condition
水文地质条件

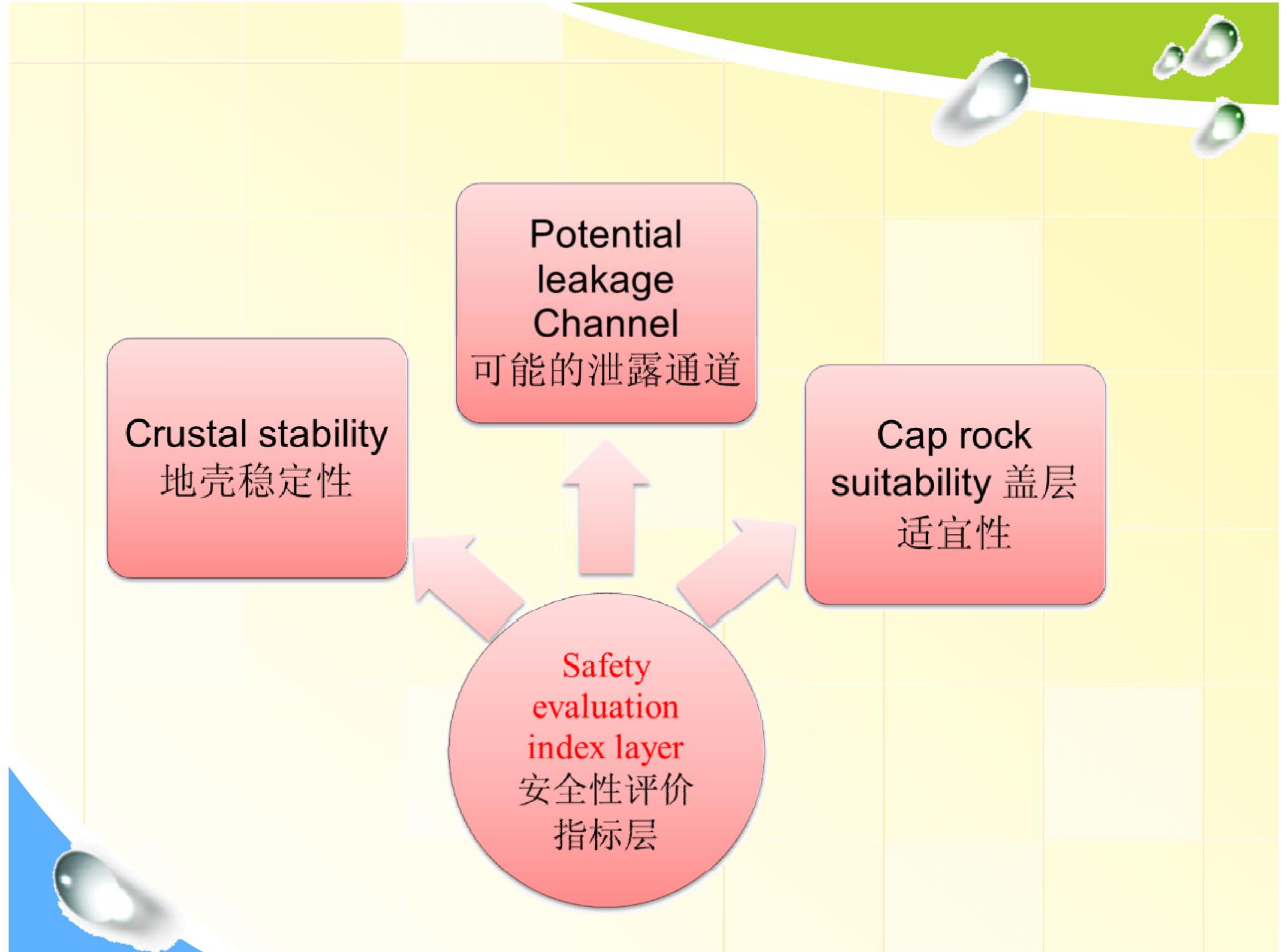
Reservoir geothermal geology characteristics
储层地热地质特征

Reservoir physical parameter
储层物性参数

Reservoir store prospect
储层封存前景

Experimental perfusion engineering evaluation
试验性灌注工程评价





Economic evaluation Index layer

经济评价指标层

Carbon
source
Scale
碳源规模

Carbon
source
Distance
碳源距离

transportation
运输方式

Social
社会环境

Infrastructure
基础设施

Mineral
Resource
压矿状况

Cost
成本

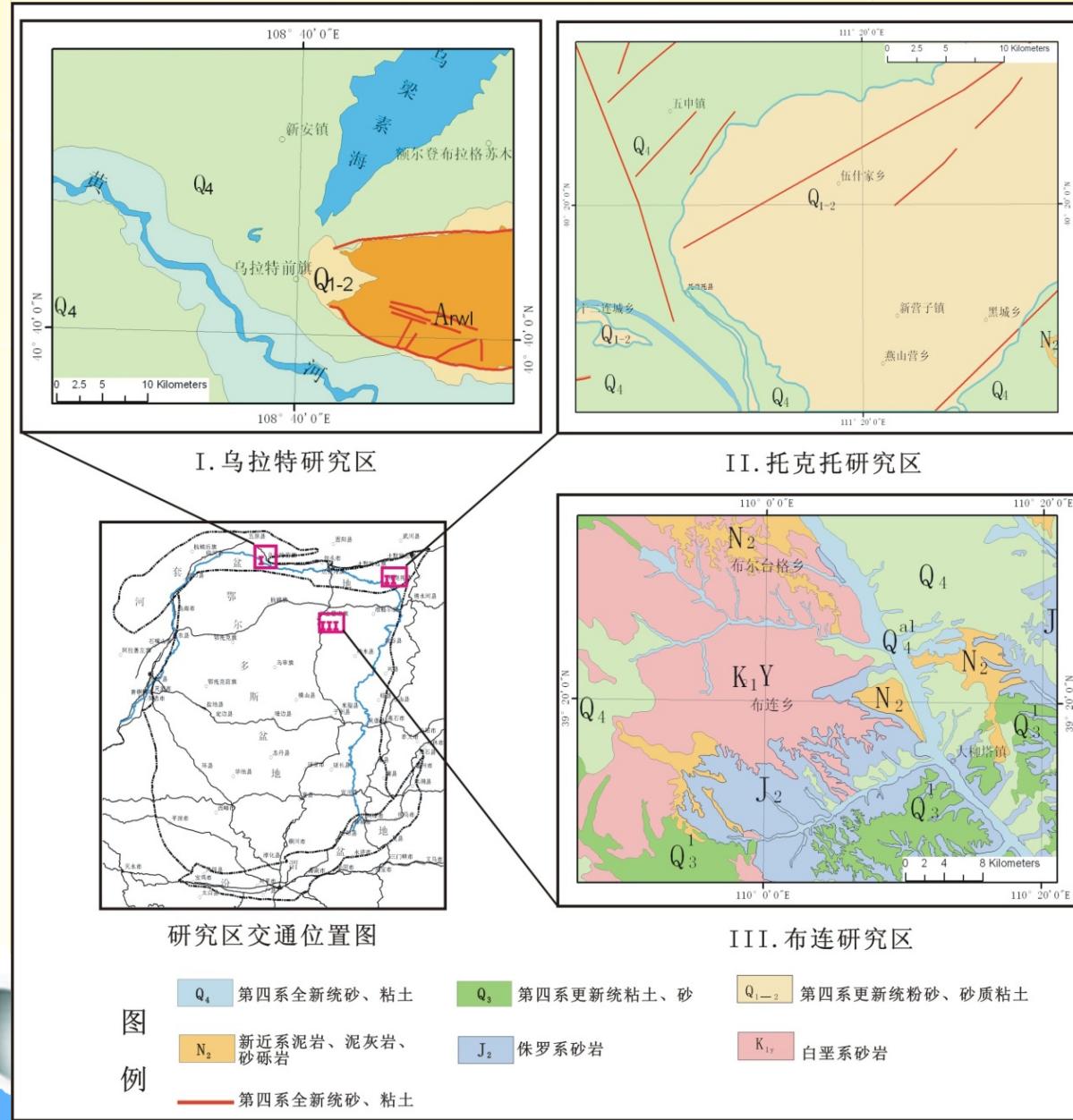


中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS



中国地质调查局
水文地质环境地质调查中心
CENTER FOR HYDROGEOLOGY AND
ENVIRONMENTAL GEOLOGY, CGS

3.5 案例研究



经综合评价，托克托工作区（II区）最好，布连工作区（III区）次之，乌拉特工作区（I区）最差。

评价结果

鄂尔多斯盆地北部地区深部咸水层二氧化碳地质封存选址评价结果表

工作区	乌拉特工作区	托克托工作区	布连工作区
综合评价值	2.1864	2.4762	2.1866

经综合评价，托克托工作区（II区）最好，布连工作区（III区）次之。

4. Results and Products

产出

[1]ZHANG senqi etal. Technical method for selection of CO₂ geological storage project sites in deep saline aquifers . Geology in China .2011. 1640-1651

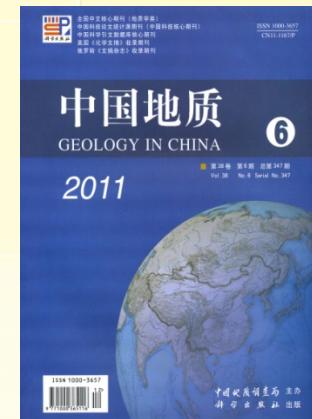
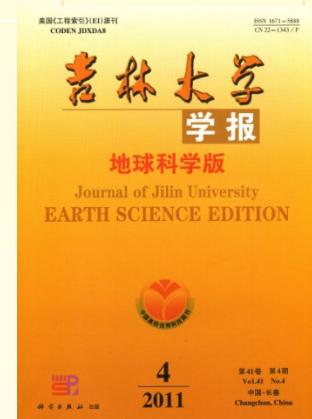
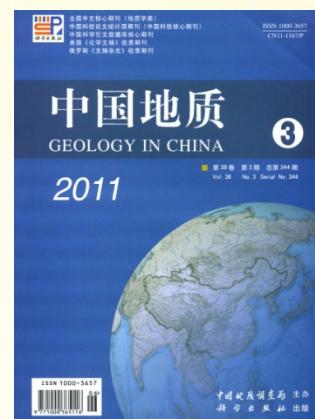
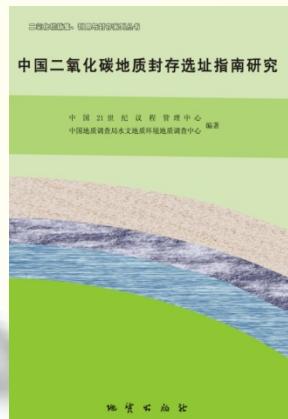
张森琦等.规模化深部咸水含水层CO₂地质储存选址方法研究.中国地质.2011

[2]GUO Jianqiang etal.Site selection method of CO₂ geological storage in deep saline aquifers. Journal of Jilin University (Earth Science Edition)2011.1084-1091.

郭建强等.深部咸水层CO₂地质储存工程场地选址技术方法.吉林大学学报(地球科学版).2011.

[3]DIAO Yujie etal. Geological safety evaluation method for CO₂geological storage in deep saline aquifer. Geology in China .2011. 786-792.

刁玉杰等.深部咸水层CO₂地质储存地质安全性评价方法研究.中国地质.2011. (3)



Next work

下一步工作设想

- 中国典型沉积盆地规模化二氧化碳地质封存适宜性评价与场地筛选研究
- 拟从典型沉积盆地（2~3个）入手，建立普遍适宜于中国规模化深部咸水层二氧化碳地质封存适宜性评价指标体系和评价方法，以期为全国开展相关评价提供理论与方法基础。

Next work

下一步工作设想

- 中国二氧化碳地质封存潜力评价方法研究
- 潜力评价主要针对四种储存介质：深部咸水含水层，油田，天然气田和煤层气田。这四种储存介质的储存机理不同，所用计算方法也不尽相同。
- 根据我国地质条件及评价阶段的划分，深入研究二氧化碳地质储存机理，开展二氧化碳地质储存潜力计算，并建立完善的潜力评价方法。

Thank you for your attention!
谢谢！