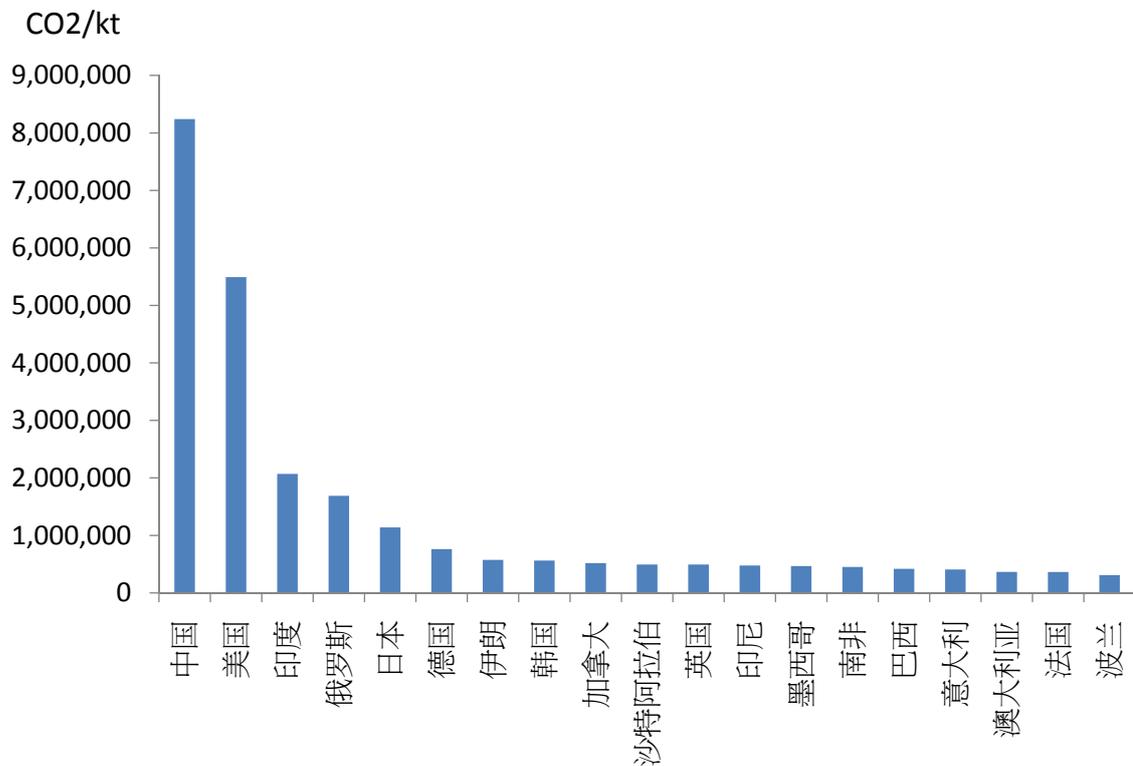


# CCS/CCUS现状与未来

Dr. Wenhua Li

Prof. Zhi Guo

National Institute of Clean and low-carbon Energy



2010年部分国家的CO2排放量（CDIAC数据）

# CCS/CCUS是碳减排的重要的关键技术

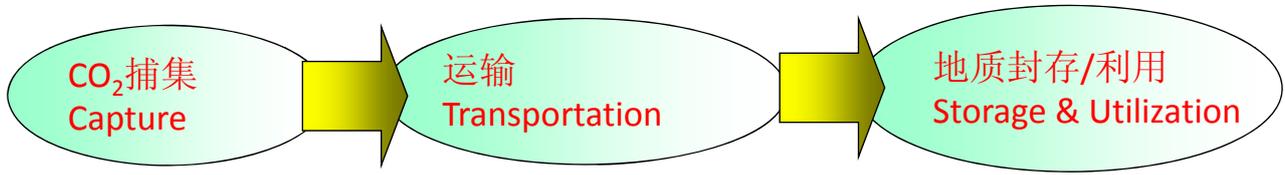


Figure 3.5 CO<sub>2</sub> capture plant in Malaysia using a 200 tonne d<sup>-1</sup> KEPCO/MHI chemical solvent process (Courtesy of Mitsubishi)

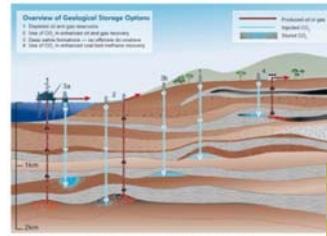
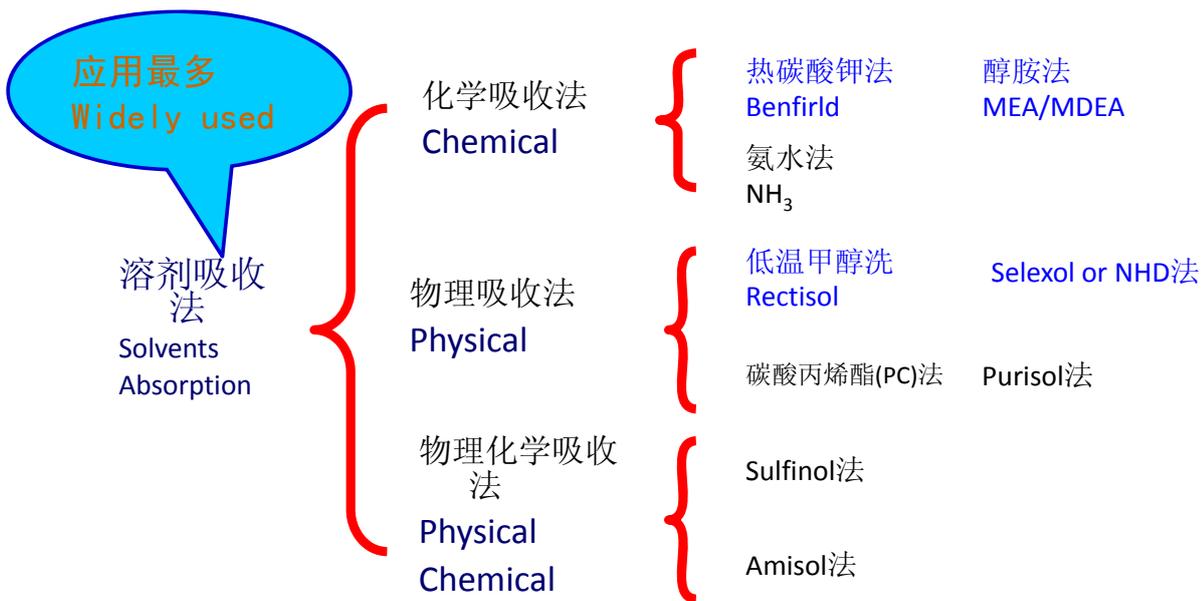


Figure 3.6 Overview of geological storage options (based on Figure 3.3) (Creative Commons)



## CO2捕集



**大型现代煤制油化工主要使用低温甲醇洗工艺分离CO<sub>2</sub>**  
 Rectisol process is the dominating CO<sub>2</sub> separation process used by large modern scale CTL/CTC

## 国内CCS/CCUS已投运的项目

项目	捕集	封存/利用	年规模	现状
神华集团CCS工程	煤液化厂捕集	盐水层封存	10万吨	已投运
华能北京热电厂	燃烧后捕集	食品、工业利用	3000吨	已投运
华能上海石洞口	燃烧后捕集	食品、工业利用	12万吨	已投运
中电投重庆双槐厂	燃烧后捕集	N/A	1万吨	已投运
中石化胜利油田	燃烧后捕集	EOR	3万吨	已投运
中海油CO2项目	天然气分离	制可降解塑料	2100吨	已投运
中科金龙	酒精厂捕集	化工材料制备	8000吨	已投运
中联煤层气CO2强化煤层气开采项目	购买	ECBM	40吨/天	投运试验已暂停

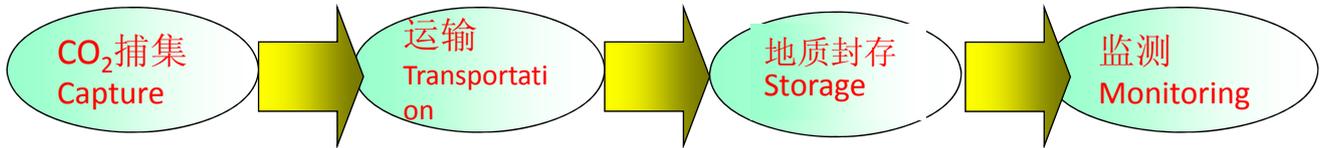
## 国内在建及筹备的CCS/CCUS项目

项目	捕集	封存/利用	年规模	现状
华能绿色煤电天津IGCC	一期250MW机组燃烧前捕集	EOR		一期在建
中石油吉林油田	天然气CO2分离	EOR	80-100万吨	一期完成，二期在进行
新奥微藻固碳示范	煤化工烟气捕集	生物封存	32万吨	在建
连云港清洁能源科技示范	IGCC配合燃烧前捕集	盐水层封存	100万吨	前期筹备
湖北应城中盐35MWt富氧燃烧	富氧燃烧	盐矿封存	10万吨	前期筹备
国电CO2示范工程	燃烧后捕集	食品行业利用	2万吨	前期筹备



- 神华全流程10万吨/年CO<sub>2</sub>捕集盐水层封存示范项目  
Shenhua 100000t/a CCS demonstration project  
(获得科技部/能源局支持)  
Supporting by MOST and NEA

◆包括CO<sub>2</sub>提纯、输送、封存、监测等  
Include: capture, transportation, storage and monitoring  
◆封存目标深部盐水层  
Storage targets -deep saline formations



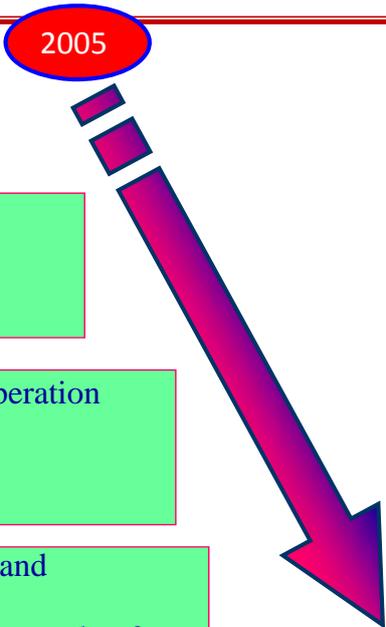
☆ 神华集团科技创新项目 Shenhua Science and Technology Innovation Project  
神华集团CO<sub>2</sub>捕集及处理方案研究 Shenhua CO<sub>2</sub> Capture and processing program study

☆ 中美合作项目、其它合作项目 Sino-US cooperation project/other cooperative projects  
神华直接液化CO<sub>2</sub>捕集、封存预可行性研究  
CCS Projects Pre-feasibility study of Shenhua DTL

☆ 中美合作项目、集团科技创新项目 Sino-US cooperation project / Shenhua Technology Innovation Project  
神华直接液化CCS可行性研究  
CCS Projects Feasibility study of Shenhua

☆ 神华集团科技创新项目 Shenhua Science and Technology Innovation Project  
神华CCS关键技术研究 CCS key technologies study of Shenhua

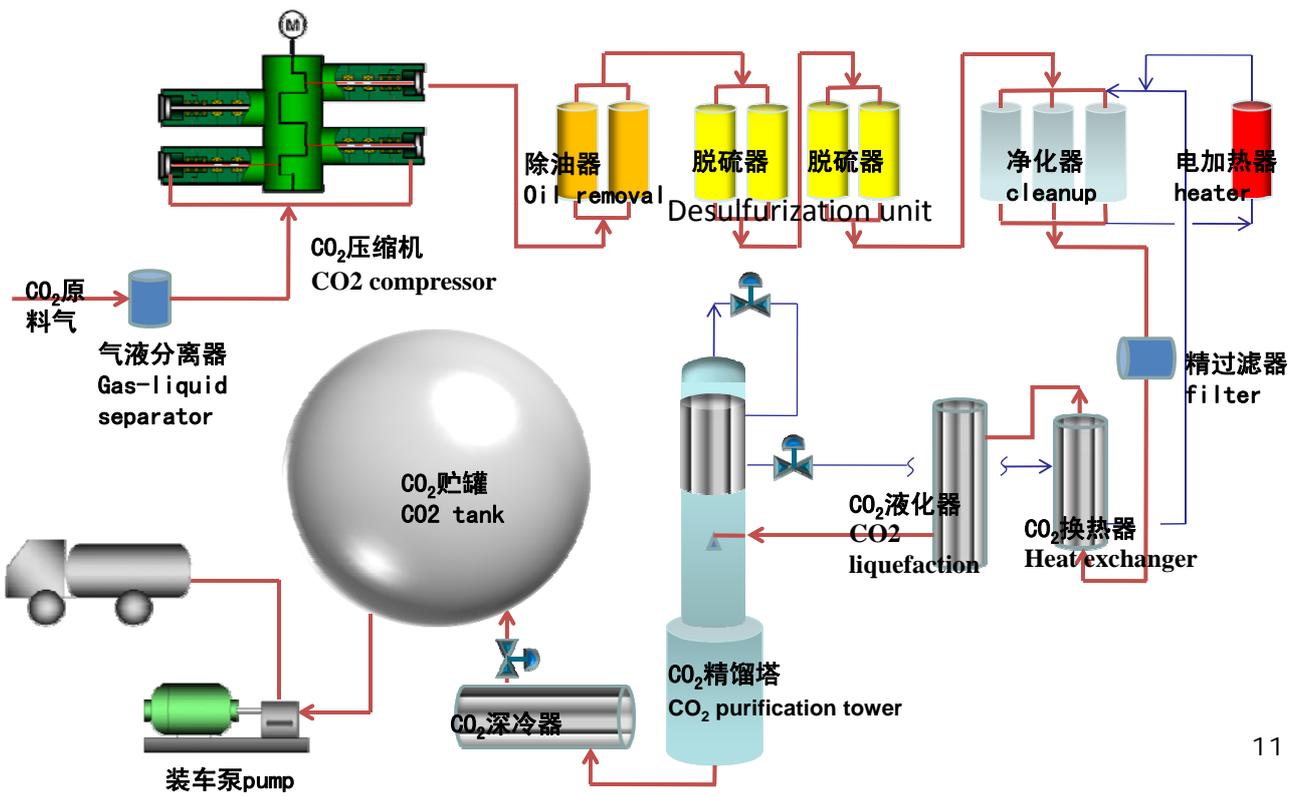
☆ 神华集团CCS示范项目/国家科技项目/中美合作项目  
Shenhua project/ International project  
10万吨/年级示范工程项目  
100,000 tons / year demonstration project





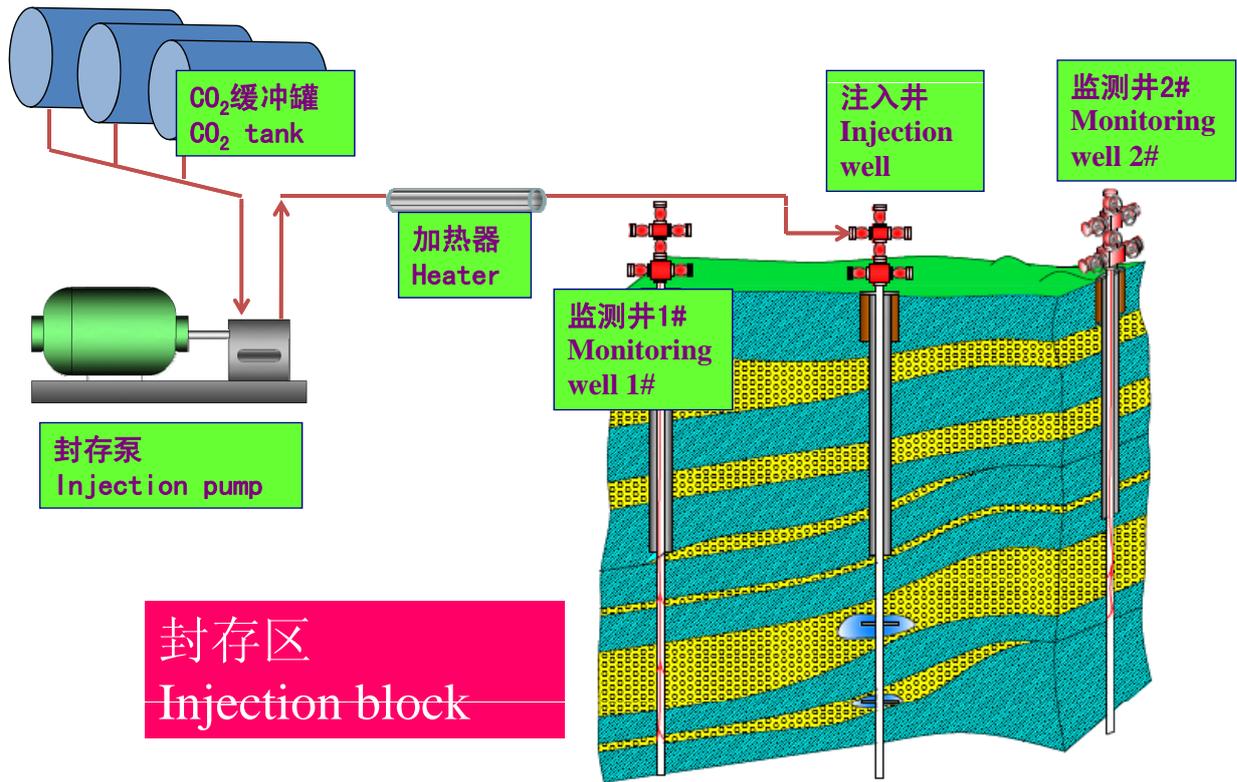
序号 No.	组分名称 Composition	含量要求Concentration
1	CO <sub>2</sub>	>95%
2	H <sub>2</sub> O	No free water, vapor<0.48g/m <sup>3</sup>
3	H <sub>2</sub> S	<20ppmw
4	Total sulfur	<30ppmw
5	Temperature	<48.89℃
6	N <sub>2</sub>	<4%
7	Hydrocarbons	5%(mol), dew point <28.9℃
8	O <sub>2</sub>	<10ppmw
9	Glycol	<0.04ml/m <sup>3</sup> , only exist as gas phase

From Shenhua-WVU cooperation project



## 神华集团10万吨CCS示范项目 CO<sub>2</sub>液化提纯装置





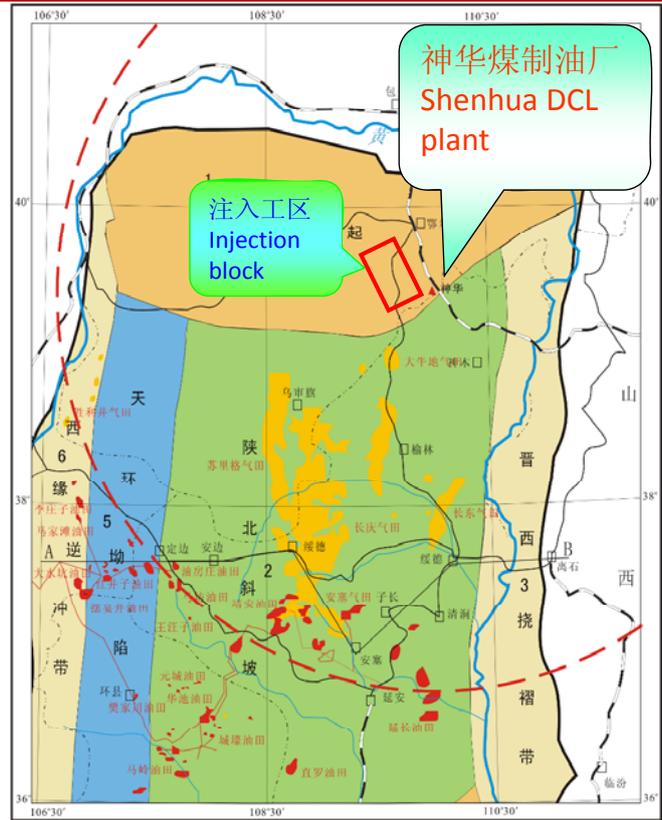
## 神华集团10万吨CCS示范项目

### CO<sub>2</sub>注入地面装置

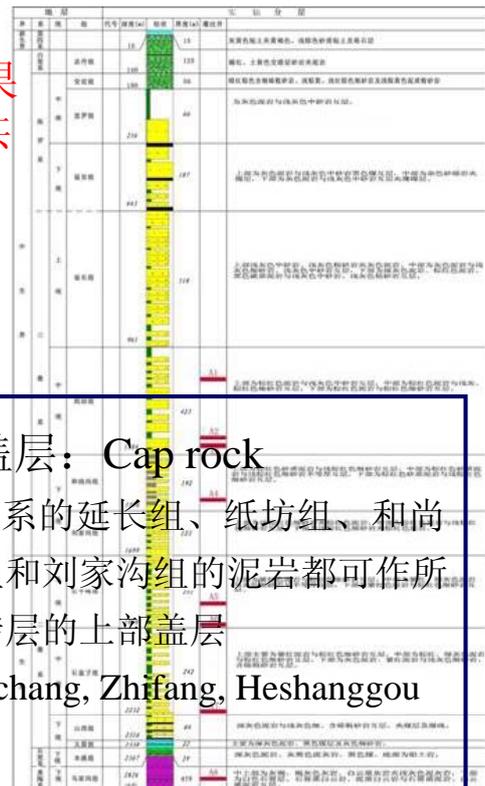




可研选择注入工区位于煤液化工厂西约9Km处布连海子村，构造位置位于鄂尔多斯盆地伊盟隆起，工区南部为中石化大牛地气田。  
The injection block:9km from DCL plant in the north of Ordos basin



根据三维地震和注入井的钻探、模拟结果，并考虑安全性，在1690~2453m之间共优选出21层累计厚度112.6m的储层。  
Total thickness of reservoir is 112.6 m from 1690-2453m.

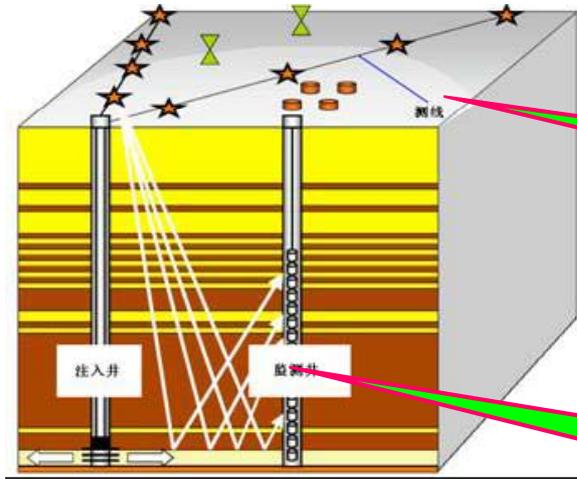


## 储层包括: Reservoir

- 三叠系刘家沟组底部 Liujiagou
- 二叠系石千峰组 Shiqianfeng
- 二叠系石盒子组 Shihezi
- 二叠系山西组 Shanxi
- 奥陶系马家沟组 Majiagou

## 上部盖层: Cap rock

- 三叠系的延长组、纸坊组、和尚沟组和刘家沟组的泥岩都可作所有储层的上部盖层
- Yanchang, Zhifang, Heshanggou etc.



大气监测

Atmosphere monitoring

地表监测

Monitoring on surface

地下监测

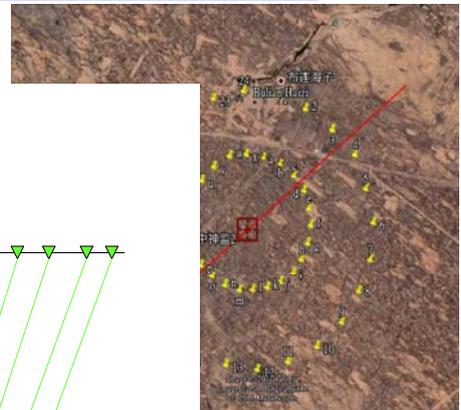
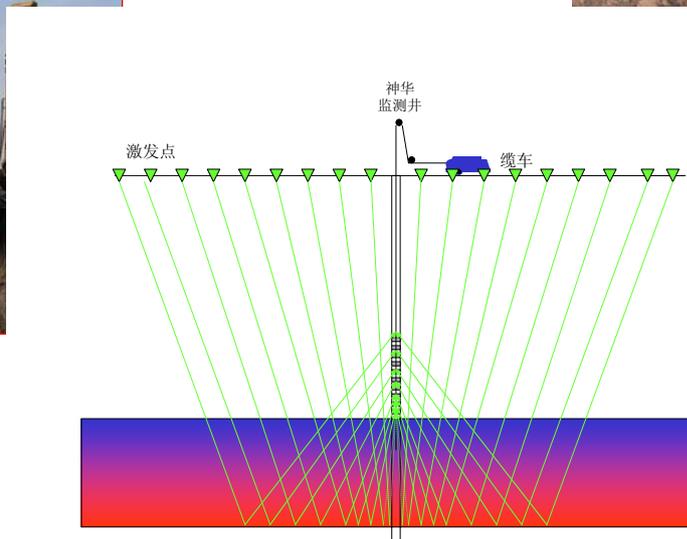
Underground monitoring

分大气、地表、地表监测



时移VSP地震监测CO<sub>2</sub>运移

Time-lapse VSP to measure CO<sub>2</sub> mitigation



# 神华集团10万吨CCS示范项目进展

- 被列为国家科技支撑计划重点科研项目；
- 一口注入井，两口监测井；
- 2010年6月动工，2011年完成生产测试、VSP地震测试和连续注入，2012年完成第二次生产测试、故障处理、优化操作；
- 累计注入CO<sub>2</sub>超过10万吨，注入速率达17m<sup>3</sup>/h，超过设计值13m<sup>3</sup>/h；
- 监测井与注入井井下数据关联性良好；
- 获得大批数据，完善了地质封存模型，初步展示了鄂尔多斯盆地特殊地层CO<sub>2</sub>渗流规律和运移趋势；
- 对地表水、大气、土壤等监测结果无CO<sub>2</sub>泄漏，表明CO<sub>2</sub>注入低孔隙度、低渗透率咸水层是安全、可行的。

由科技部、中科院、英国剑桥大学、英国爱丁堡大学等机构相关专家组成的考察团对这个项目考察后认为，这是全世界第一个在低孔低渗地下咸水层实现多层注入、分层监测的全流程二氧化碳捕集与封存项目，标志大陆在二氧化碳地质储存工业化领域迈出关键步伐。