

煤矿低浓度瓦斯提浓甲烷生产

天然气技术及应用



四川省达科特能源科技股份有限公司

目录



1 前言



2 煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术



3 工业示范装置概况



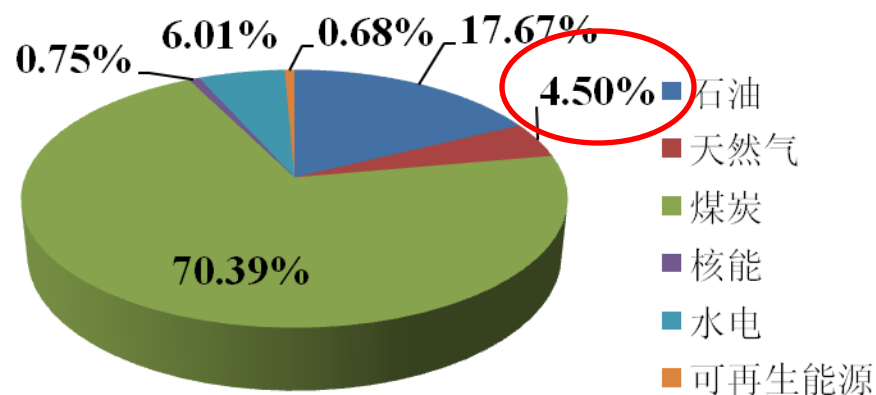
4 技术创新点和效益分析



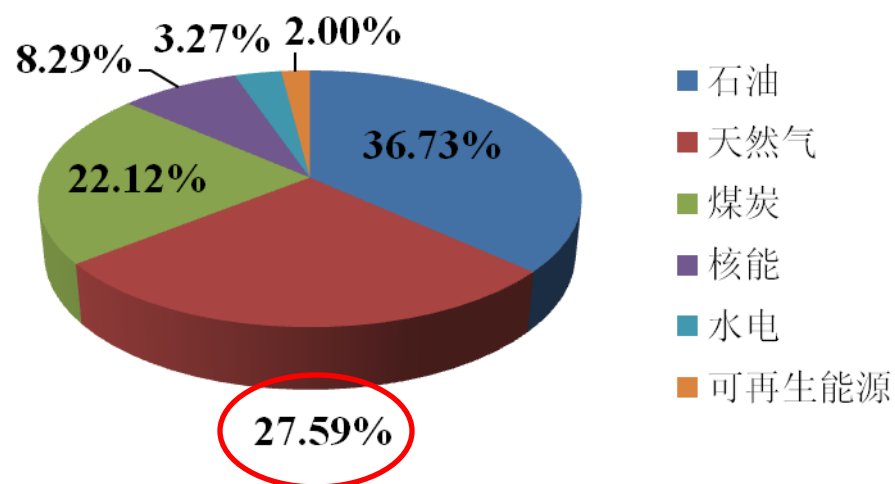
5 结论及存在的问题

前言

中国2011能源消费结构



美国2011能源消费结构



天然气作为一种洁净环保的优质能源，在我国的能源消费结构中比例过低（世界平均为23.9%），常规天然气产量远低于市场需求，供需矛盾突出。

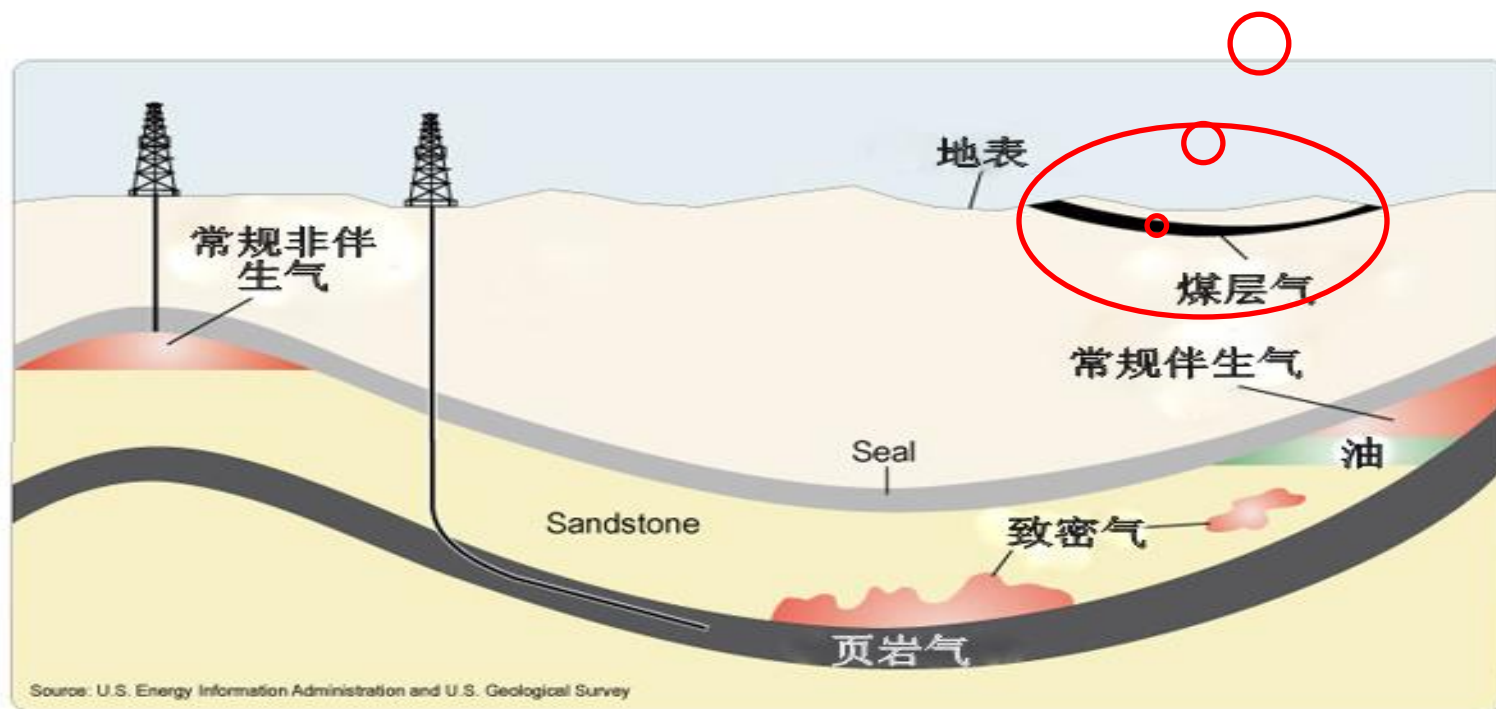
前言



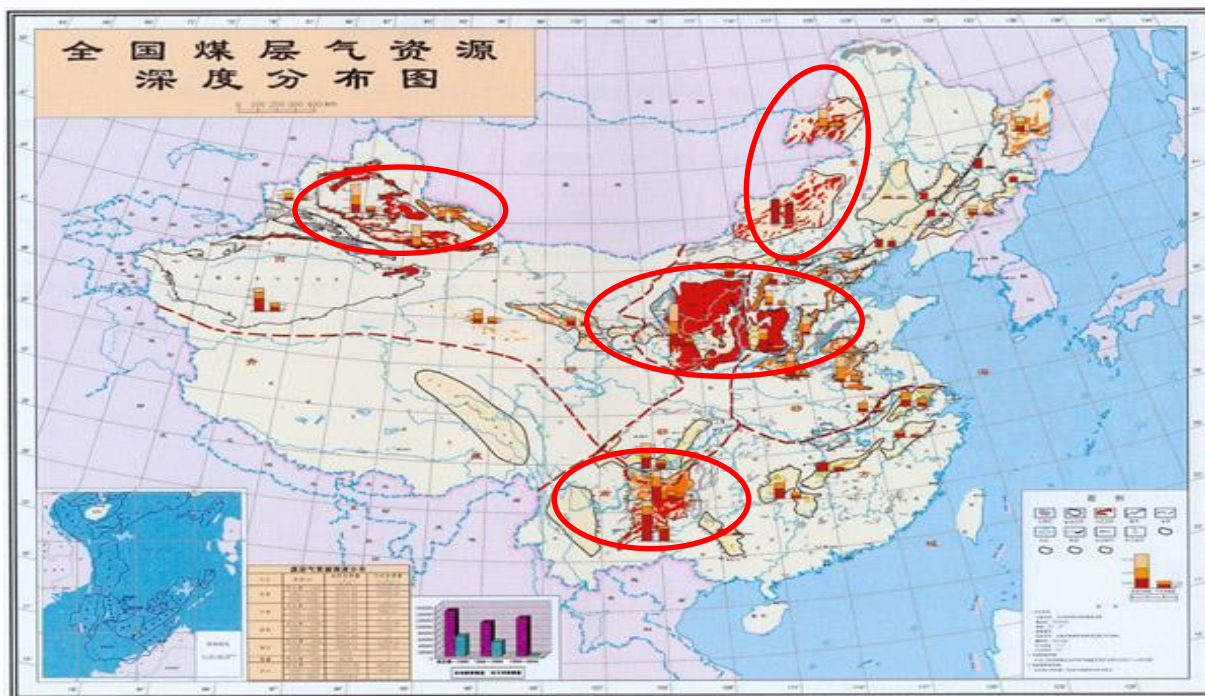
2013年中国天然气消耗量1676亿立方米，其中进口量为530亿立方米，占总量的31.6%

前言

煤层气（瓦斯），特别是
低浓度含氧煤层气的安全
回收利用将作为常规天然
气的有力补充



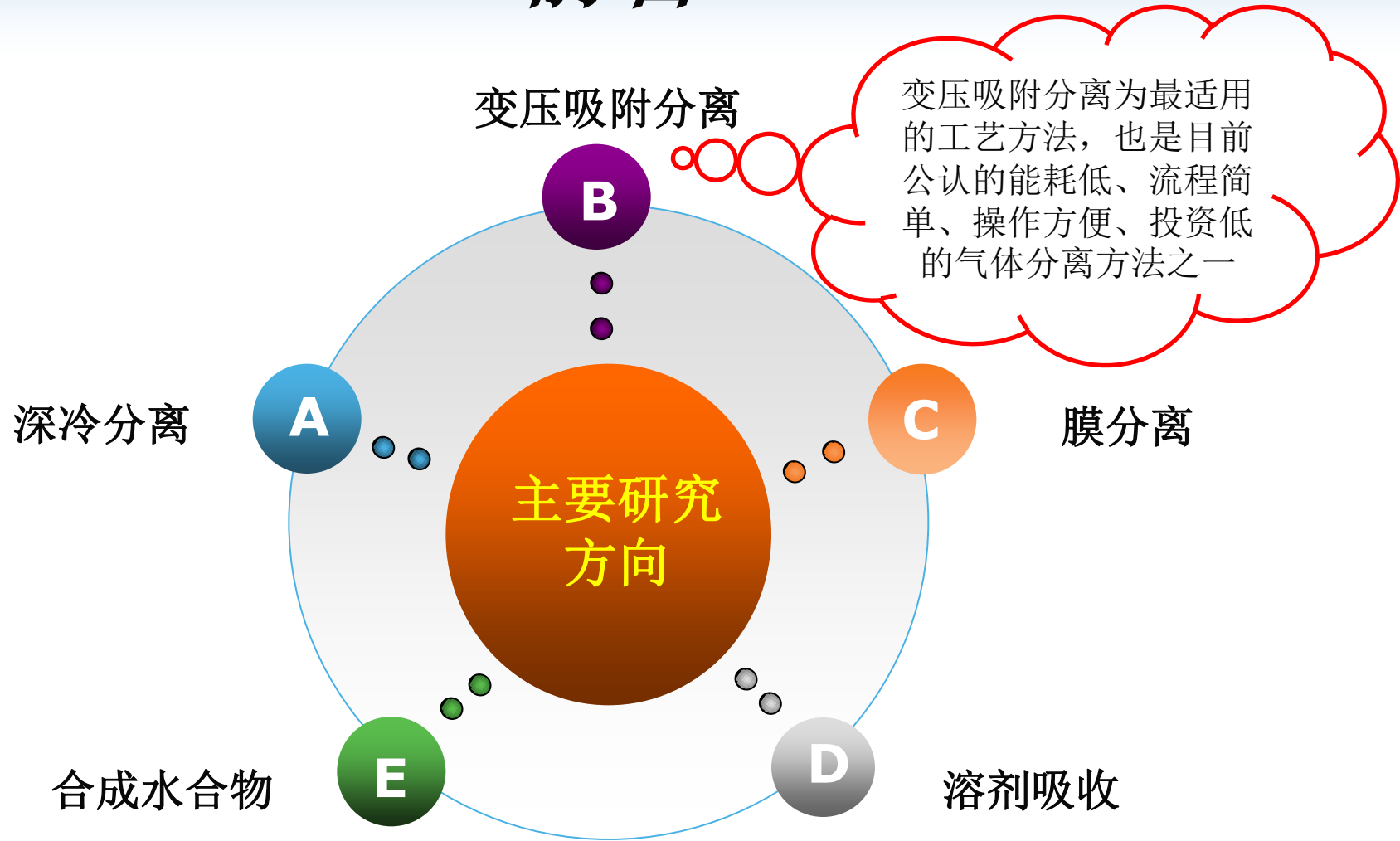
前言



每年随采煤而排放的瓦斯总量在200-300亿方。相当于排放约3.5-5.25亿吨CO₂当量的温室气体。若完全回收生产清洁能源，相当于2000-3000万吨成品油。

埋深2000m的浅煤层气地质资源量约36.8万亿立方米，主要分布在华北和西北地区。煤层气抽采方法主要有采前预抽和边采边抽。采前预抽的煤层气甲烷含量90%以上，但目前抽采量较小，主要还是采用边采边抽方式，由此抽出的大部分煤层气均呈甲烷含量低、氧氮含量高的特点，**安全因素**成为制约其利用的瓶颈。

前言



前言

变压吸附分离
天然气中甲烷
关键技术

工艺过程
安全(安全保障)

高效分离
专用吸附剂

四川省达科特能源科技股份有限公司通过多年技术攻关，成功开发了高效瓦斯吸附脱氧和分离甲烷的专用吸附剂DKT-612、DKT-613以及一整套工艺安全保障措施。利用该工艺技术，在山西省昔阳县寺家庄矿建成含氧瓦斯气提浓制CNG和LNG（液化天然气）的工业示范装置已安全稳定运行近两年半。



目录



1 前言



2 煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术



3 工业示范装置概况



4 技术创新点和效益分析



5 结论及存在的问题

含氧瓦斯特点

原料气量大——煤矿井下抽采瓦斯气有高达50000Nm³/h

甲烷含量低——多数抽采瓦斯气甲烷含量在10-30%

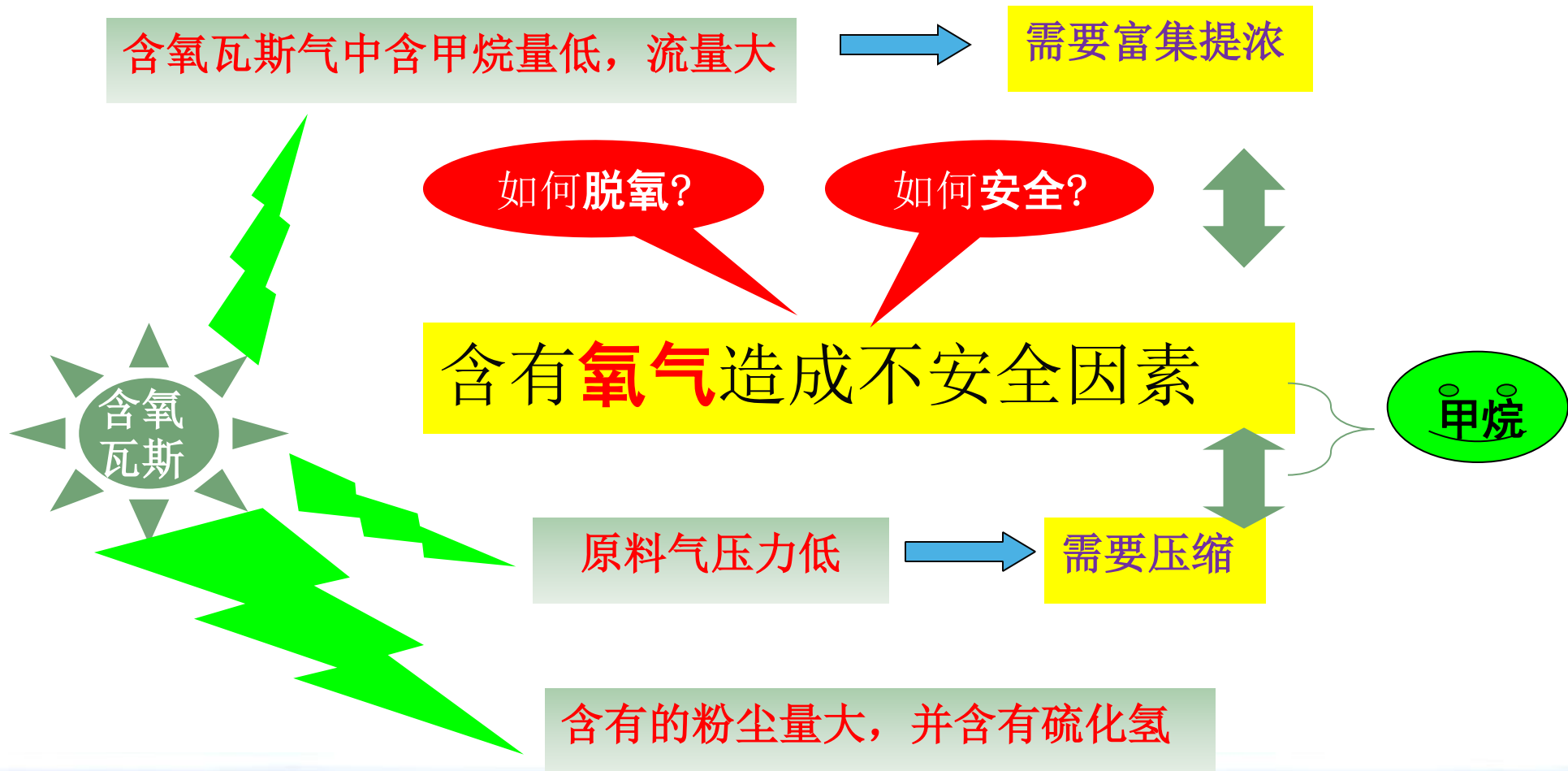
含氧量高——氧气含量一般在12%以上，安全须加强

粉尘等杂质多——含有各种粉尘，易堵塞管道及设备，影响吸
附材料的使用性能和寿命，同时可能含有硫等有害物质及水份

地理位置偏僻——附近没有其它可直接易于使用的用户

煤矿低浓度瓦斯提浓工艺技术

工艺安全保障



煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

工艺安全保障

低浓度含氧瓦斯气脱氧工艺

焦炭燃烧法

催化氧化法

变压吸附法及
抑爆组合技术

高温（为强放热反应，反应需要200-300°C的起始温度，反应掉每1个百分点的氧气，体系温度将升高150°C左右）

安全性（温度高于一定值时甲烷开始裂解，甚至自动燃烧，安全性得不到保障）

不消耗甲烷（甲烷与氧按2:1反应，将消耗瓦斯中甲烷20-30%，甚至更高，本就含甲烷较低的瓦斯生产的天然气产率低）

属国内外首创，甲烷收率高、不会给后续工艺增加负担，具有常规变压吸附装置的所有优点

煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

工艺安全保障

已通过了南京工业大学安全评价中心（乙级资质）和重庆煤炭科学研究院（甲级资质）的安全评价

工艺装置
和吸附剂
安全保障

采用具有静电良导体、导热性的无尘化专用吸附剂，保障吸附分离的安全

采用具有良好导电、导热性的特殊多孔材料充满管道和缓冲罐，并在管道上加装专用阻火器和泄爆设施

采用无摩擦生热及金属碰击不产生火花的特殊专用压缩机

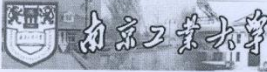
工艺
安全
保障

工艺设计
安全保障

采用变压吸附甲烷富集工艺保障后续脱氧工艺的安全，再采用变压吸附脱氧工艺保障后续脱氮工艺的安全

煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

工艺安全保障

 南京工业大学安全评价中心
南京工业大学安全工程研究所


项目名称 Project Name	变压吸附提浓煤矿瓦斯气甲烷的安全方法所用的吸附剂及抑爆材料的防爆、隔爆性能安全评价		
委托单位 Commission Unit	四川省达科特能源科技有限公司	日期 Date	2010-08-20
课题组 Research Group	南京工业大学安全评价中心 南京工业大学安全工程研究所		
密级 Classifications	受控		
期号 Number	NJUT-018/2010		
发送 Carbon Copy	四川省达科特能源科技有限公司		
课题组成员 Team Members	蒋军成, 王志荣, 钱海林, 刘志琨	日期 Date	2010-09-20

南京市中山北路 200 号, 邮编 210009
200 Zhongshan North Road, Nanjing 210009, P. R. China

四川达科特能源科技有限公司
变压吸附提浓低浓度煤矿瓦斯气中甲烷的
抑爆技术工艺安全评估报告

评估单位: 煤炭科学研究总院重庆研究院
联系电话: 023-65239378

二〇一一年二月



煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

工艺安全保障



南京工业大学安全评价中心
南京工业大学安全工程研究所

项目名称 Project Name	变压吸附提浓煤矿瓦斯气甲烷的安全方法所用的吸附剂及抑爆材料的防爆、隔爆性能安全评价		
委托单位 Commission Unit	四川省达科特能源科技有限公司	日期 Date	2010-08-20
课题组 Research Group	南京工业大学安全评价中心 南京工业大学安全工程研究所 安全评价专用章		
密级 Classifications	受控	期号 Number	NJUT-018/2010
实验目的 Purpose	四川省达科特能源科技有限公司提供的 DKT—612、DKT—613 型专用吸附剂及抑爆材料，在 CH ₄ 的爆炸极限范围内，通过点火引爆实验，考察它们是否具有抑爆、防爆的性能，是否能够达到安全生产的目的。		
结论 Conclusion	四川省达科特能源科技有限公司提供 DKT—612、DKT—613 型专用吸附剂及抑爆材料用于处于爆炸环境中的吸附、分离 CH ₄ 的装置中，在吸附塔和容器、管道中填充上述吸附剂和抑爆材料，能够起到防爆作用；即使局部出现爆炸，也能很好的将爆炸抑制，防止爆炸蔓延，能够达到安全生产的目的。		
课题组成员 Team Members	蒋军成，王志荣， 钱海林，刘志琨	日期 Date	2010-09-20

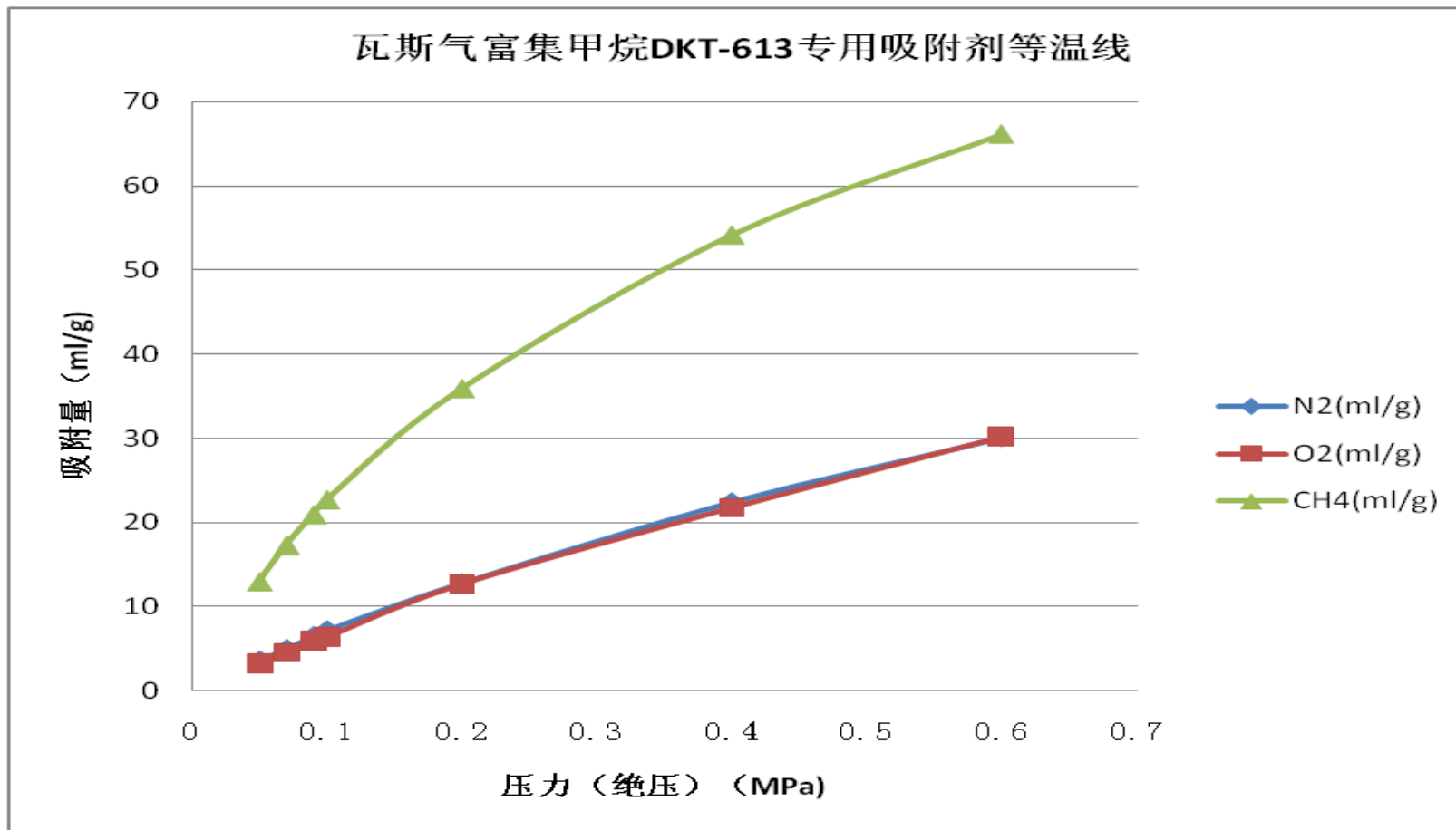
南京市中山北路 200 号，邮编 210009

200 Zhongshan North Road, Nanjing 210009, P. R. China



煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

分离甲烷专用吸附剂的研发

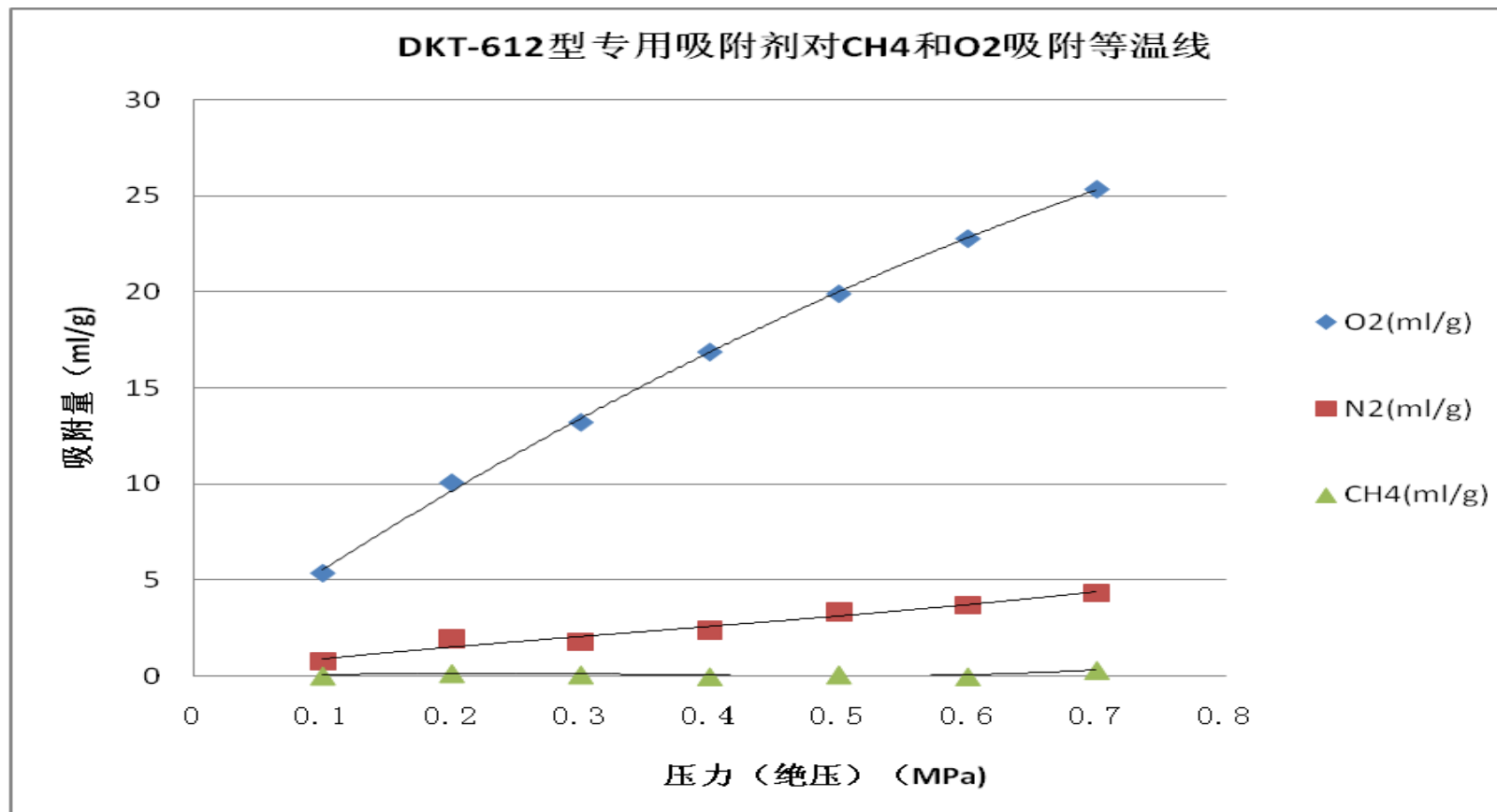


瓦斯气分离甲烷DKT-613专用吸附剂的吸附等温线

研发出高效的甲烷分离吸附专用吸附剂，比传统的吸附剂对甲烷的分离提高了近50%。

煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

分离甲烷专用吸附剂的研发



DKT-612型专用吸附剂对CH₄和O₂吸附等温线

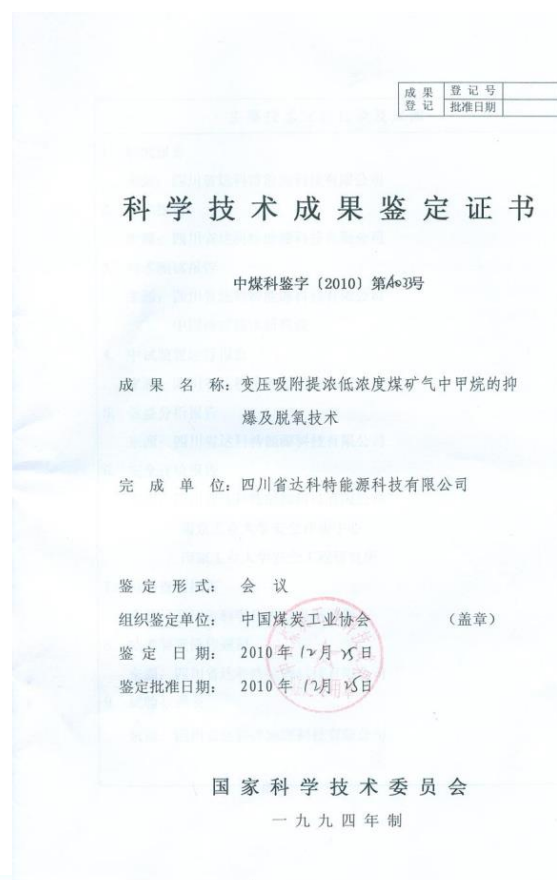
高性能的脱氧吸附剂，能迅速将瓦斯中氧有效脱出，保证分离甲烷的安全。

煤矿低浓度瓦斯气提浓实验装置



煤矿低浓度瓦斯提浓工艺技术

2010年12月25日会议通过了中国煤炭工业协会组织的中国煤炭工业科技成果鉴定，技术成果达到国际先进水平。

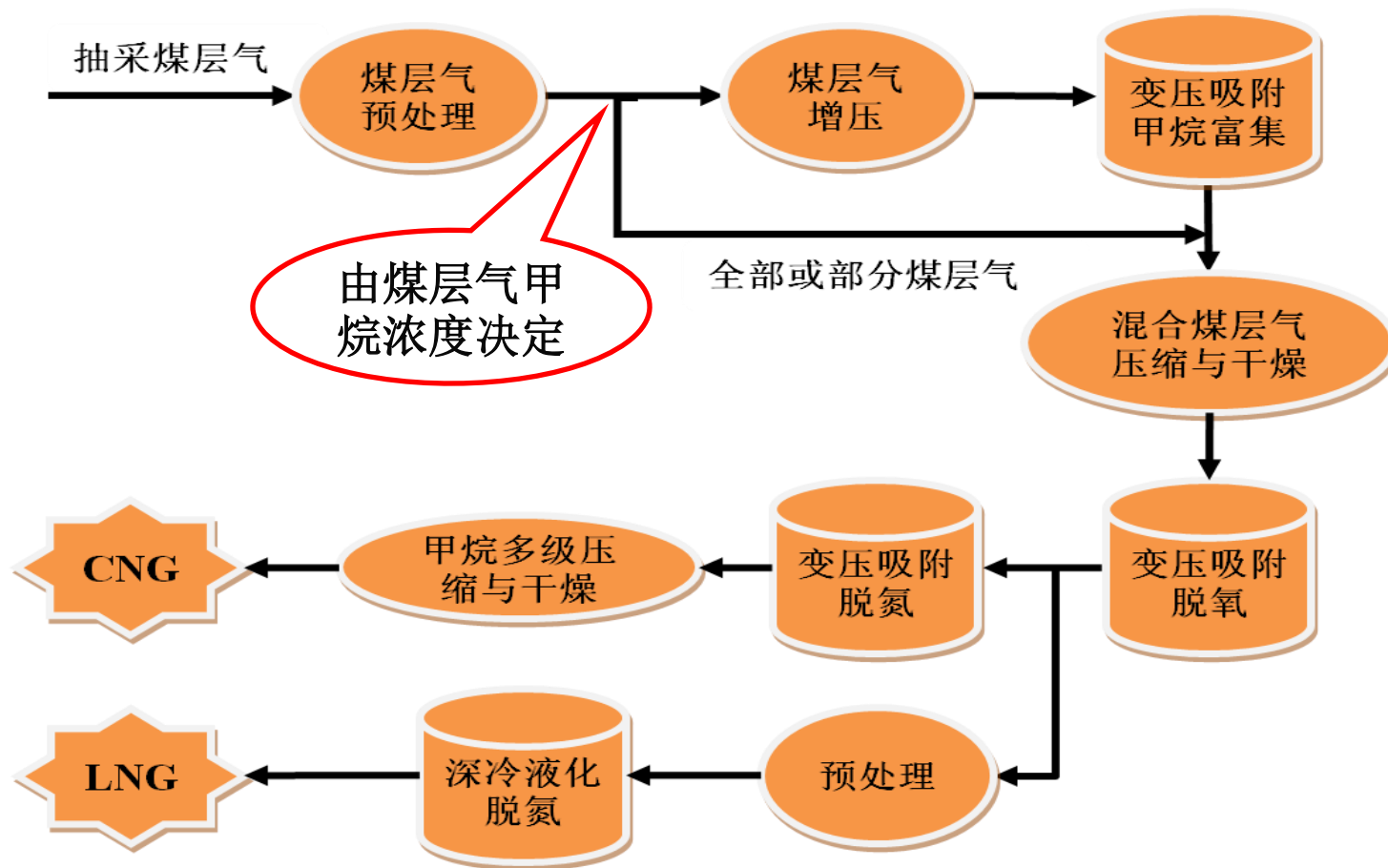


鉴 定 意 见
<p>中国煤炭工业协会于2010年12月25日在成都组织召开了“变压吸附提浓煤矿低浓度瓦斯气过程中的脱氧及抑爆技术”项目鉴定会，专家组听取了课题组汇报，审阅了资料，经质询、讨论，形成如下意见：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 将变压吸附技术与抑爆技术相组合的气体分离技术建立的变压吸附提浓低浓度瓦斯气80Nm³/h的中试装置，经连续试验结果表明，对于低浓度(CH₄含量大于5%)瓦斯气经富集、吸附脱氧后，能够使脱氧瓦斯气中O₂含量<1%、脱氧解吸气中CH₄含量≤2%。2. 抑爆验证试验表明，在爆炸极限范围内，在强电子点火的状况下，所采用的抑爆方法，能有效抑爆。采用该抑爆技术的中试装置的成功安全运转，表明采用抑爆与变压吸附组合技术提浓煤矿低浓度瓦斯气中的甲烷，是安全可行的。3. 中试结果表明，DKT-612型脱氧专用吸附剂，性能稳定，用于瓦斯气中氧气的脱除，脱氧效率高、甲烷损失小。4. 变压吸附技术与抑爆技术相组合的气体分离技术，能安全、有效地浓缩煤矿低浓度瓦斯气中的甲烷。项目的研发成功，填补了国内空白，不仅可从抽采的瓦斯气中回收甲烷，生产清洁能源，而且减少碳排放，具有环保和社会效益。 <p>本次鉴定会提交的鉴定资料齐全、符合有关规定。项目完成了计划任务的研究内容，达到了预期目标，同意通过鉴定，技术成果达到国际先进水平。</p> <p>建议尽快投入工业性试验，在应用中进行完善提高。</p> <p>鉴定委员会主任 <u>张洪省</u></p> <p>副主任 <u>尹峰章 顾景勤</u></p> <p>2010年12月25日</p>



煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术

工艺技术流程



目录



1 前言



2 煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术



3 工业示范装置概况



4 技术创新点和效益分析



5 结论及存在的问题

工业示范装置概况



利用上述工艺技术，在山西瑞阳煤层气有限公司进行工业化示范项目，一期规模为**3500万方/年CNG**产品，二期规模为**5万吨/年LNG**产品。目前一期已建成投产，二期处于筹备在建阶段。该项目属山西省国资委监管的2012年重点项目，总投资3.1亿元，一期投资1.3亿元，总建筑面积约10万平方米。2011年6月项目正式开工，并于2012年9月10日**一次性试运行成功**，9月20日**正式商业化运行**。

工业示范装置概况



工业示范装置概况



工业示范装置概况

低浓度含氧煤层气原料的组成

组分名称	正常情况含量/vol%	特殊情况含量/vol%
CH ₄	35（不低于30）	20~30
N ₂	53.3	65.3~57.3
O ₂	11.0	12~14
CO ₂	0.7	0.7
H ₂ O	饱和	饱和

原料气经变压吸附甲烷富集、变压吸附脱氧、变压吸附脱氮三段工艺提浓并制成商品CNG出售（单位CNG综合电耗**0.98KWH**），**甲烷总体收率超过95%**，所获得的产品气经山西燃气用具检测中心检测，检测结果为**甲烷含量98.14vol%**，**氧气含量0.15vol%**，**氮气含量1.71vol%**，各项指标均达到或超过设计标准，成功实现低浓度含氧瓦斯气提浓制CNG的目标。



目录



1 前言



2 煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术



3 工业示范装置概况



4 技术创新点和效益分析



5 结论及存在的问题

技术创新点

- (1) 首次采用吸附脱氧方法，吸附材料吸附氧气，基本不吸附甲烷，脱氧过程可达到98%以上的高甲烷收率；
- (2) 吸附氧气的吸附剂材料在吸附脱氧过程中，相当于一种特殊材料将氧气和甲烷的有效隔离，并随吸附的不断进行，气相中的氧含量逐渐降低，相应的安全更得到有效保证；
- (3) 采用甲烷与氮气吸附比较传统吸附剂高出40%的分离甲烷与氮气的专用吸附剂，分离甲烷的运行能耗低，甲烷含量高，且甲烷的收率高；

技术创新点

(4) 脱氧吸附剂和提浓甲烷的专用吸附剂具有良好的防爆、抑爆功能，相应的安全性能得到相应的权威单位认可，且装填在整个装置的大部分非标设备中，确保分离设备的本质安全；

(5) 在管道及缓冲设备中安装经过消防部门认可的抑爆材料，确保整个装置的安全；

(6) 低浓度瓦斯气中甲烷回收利用的三段（或两段）工艺集成技术生产CNG或LNG。



效益分析

一期项目（低浓度瓦斯
分离甲烷生产CNG）

二期项目（含氧煤层气液化
5万吨/年LNG）

效益显著

环保效益

每年利用煤矿瓦斯7000万Nm³，可减排温室气体排放（折算CO₂75万吨）、SO₂500吨、NO₂600吨、煤尘1.83万吨

经济效益

项目完全竣工投产后，预计年销售收入28000万元，利税14000万元，缴税3500万元

社会效益

项目建成后可直接解决当地就业约100人，间接解决就业约250人左右

效益分析

一期全部成本费用

5382
万元

房产及土地年摊销额, 摊销年限30年	125
原料、管理、财务及其它费用	1650
人员费用	275
电能消耗	2450
设备年折旧额, 折旧年限10年, 净残值2%	882

以一期项目实际
生产运行情况获
得的全部成本费
用分析

以年产3500万标
方CNG，单位产
品的生产成本
1.538元/Nm³。

效益分析

根据一期项目实际产出情况，年产甲烷含量98%的CNG共3477万方），销售收入 $3477 \times 2.5 = 8692.5$ 万元

年销售收入
8692.5万元

利润3310.5万元
利润率38.1%

全部成本费用
5382万元

目录



1 前言



2 煤矿低浓度瓦斯气提浓工艺技术



3 工业示范装置概况



4 技术创新点和效益分析



5 结论及存在的问题

结论



世界上首次采用变压吸附工艺技术脱除低浓度瓦斯气中的氧气；



采用瓦斯气变压吸附富集、瓦斯气变压吸附脱氧和瓦斯气变压吸附脱氮三段集成工艺，获得纯度大于95vol%的CNG产品；



针对煤矿低浓度瓦斯气含有氧气存在不安全因素，通过工艺设计优化、主要工艺设备选型、特殊吸附剂选型、分析设备控制仪表选型以及采用抑爆材料、阻火器等措施，有效保证了工艺过程安全；



利用本技术建成1套商业化安全运行的低浓度含氧瓦斯气提浓制CNG工业示范装置，效益分析表明其具有显著的经济效益和社会效益。

存在的问题



回收装置的效益严重受瓦斯流量及含量制约。而原料瓦斯在生产成本中占比很小，装置建设规模大将达不到预期效果，规模小易导致瓦斯间断直接放空；



瓦斯利用的总产值在整个煤矿的产值的比重较小，多数煤矿对此重视度不够；



建设地的地方政府支持力度需要增加，相应法规不健全；



国家对此产业的扶持力度不够。目前还没有像瓦斯发电那样让建设单位得到国家相应的政策补贴；



初次建设的投资较大，对项目建设的资金扶持也需落实到位。