神华集团有限责任公司

神华煤炭绿色高效开发利用战略与安全实践

神华集团总经理、中国工程院院士 凌 文

2017年9月20日 上海

提　纲

神华集团
SHENHUA GROUP

一、煤炭在中国能源中的地位与挑战

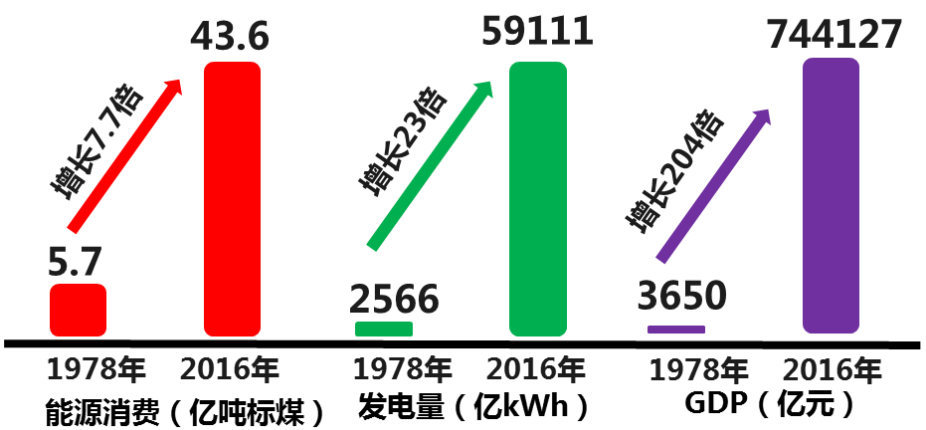
二、中国煤炭清洁高效开发利用战略

三、神华煤炭清洁高效开发利用实践

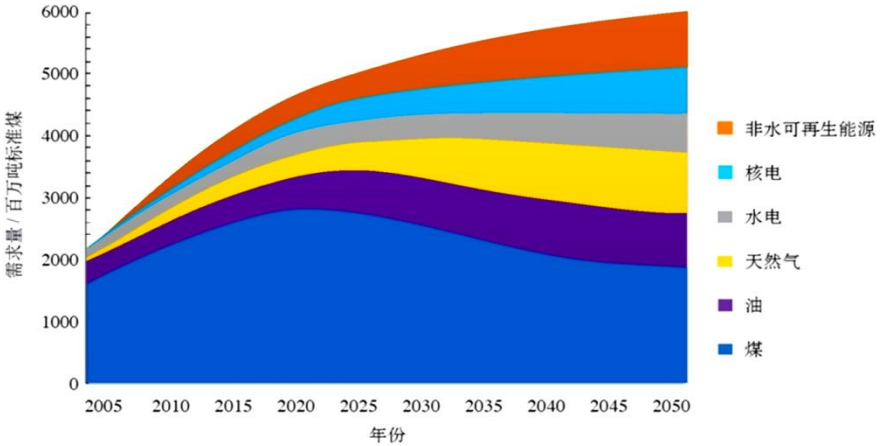
四、神华安全管理创新

能源支撑中国经济社会快速发展

- 2016年中国能源消费总量为**43.6亿吨标准煤**，占世界的23%，是**世界第一大能源消费国**
- 改革开放以来，能源支撑中国国民经济迅速发展，预计未来较长一段时间内中国能源消费仍将稳步增长



中国改革开放以来能源和经济增长数据

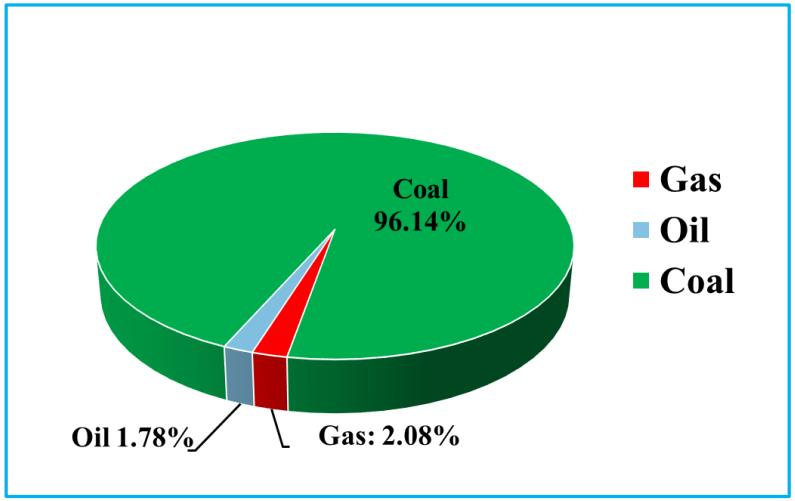


中国能源消费预测（中国工程院）

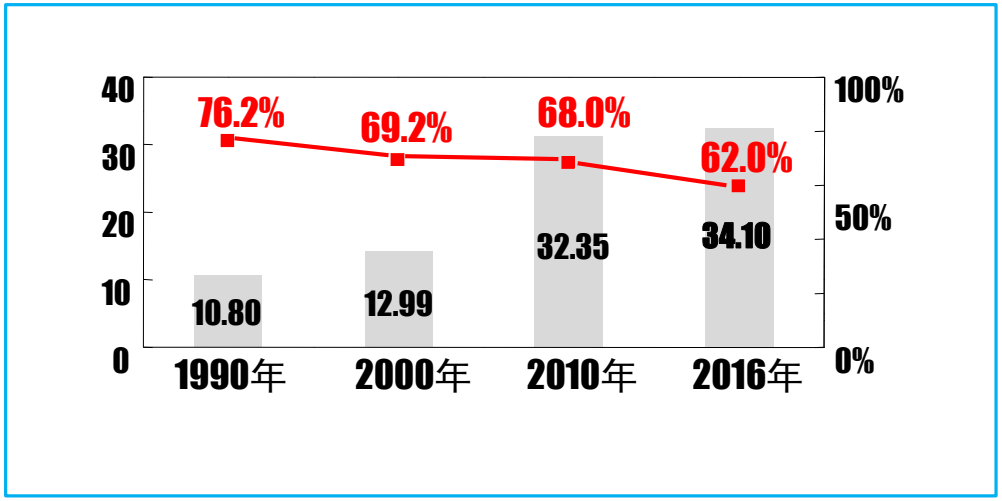
煤炭是中国的主体能源

- 中国探明煤炭储量约1.3万亿吨，占化石能源储量的96%
- 2016年，煤炭在一次能源生产和消费结构中的占比为76%和62%
- 预计到2030年，煤炭在我国一次能源结构中的比重还将占55%

—— 中国工程院《中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究》



中国化石能源储量比例



中国煤炭产量及占一次能源消费量比例

煤炭是中国能源供应的基石

神华集团
SHENHUA GROUP

煤炭支撑中国经济高速发展

- 煤电提供了中国近70%的发电量
- 钢铁行业86%、建材行业79%的能源
- 约50%的化工产品原料
- 煤炭对中国GDP贡献率超过15%

煤炭行业面临的挑战——需求放缓与产能过剩

神华集团 SHENHUA GROUP

- 中国经济新常态下，经济增速放缓与结构调整，能源需求增速放缓，**2016年能源消费仅增长1 %**
- 煤炭以及下游相关的火电、钢铁、建材等行业**出现产能过剩**
  - 煤炭产能过剩10亿吨以上，国家为此已实施严格的去产能政策
  - 火电利用小时数由2011年的5294小时降至2016年的4165小时

煤炭行业面临的挑战——环境约束加大

神华集团 SHENHUA GROUP

- **粗放式煤炭开发引发地下水和地表生态损伤**
  - 西部地区是中国煤炭主产区，水资源匮乏、生态脆弱
  - 煤炭开采对地下水和地表生态的破坏是煤炭开采带来的主要问题
- **未优质化的煤炭利用引起大气污染**
  - 电煤比例仅为53%，低于世界平均水平（65%）
  - 散煤燃烧比例大，是造成大气污染的关键因素

煤炭行业面临的挑战——气候变化的挑战

神华集团 SHENHUA GROUP

■ 来自CO_2减排的压力加大

- 中国政府提出在2030年左右碳排放达峰并争取尽早达峰
- 煤炭占中国能源消费碳排放的80%以上，面临较大的减排压力

2016年9月3日，习近平主席和奥巴马总统先后向联合国秘书长潘基文交存中国和美国气候变化《巴黎协定》批准文书

提　纲

神华集团
SHENHUA GROUP

一、煤炭在中国能源中的地位与挑战

二、中国煤炭清洁高效开发利用战略

三、神华煤炭清洁高效开发利用实践

四、神华安全管理创新

中国能源革命的内涵和目标

神华集团 SHENHUA GROUP

- 习近平主席2014年6月13日在中央财经领导小组第六次会议上，提出推动中国“能源革命”,包括“四个革命”、“一个合作”
- 能源革命的目标是要建立起清洁低碳安全高效的现代能源体系，提供清洁、低碳、廉价、便捷的能源，并保障国家能源安全

四个革命

1. 推动能源消费革命
2. 推动能源供给革命
3. 推动能源技术革命
4. 推动能源体制革命

一个合作

全方位加强国际合作

中国能源的绿色转型

神华集团 SHENHUA GROUP

- 五大发展理念：“创新、协调、绿色、开放、共享”
  - 依靠科技创新，实现传统能源清洁化、清洁能源规模化
  - 体制机制改革，建立协调耦合、开放共享的能源系统
- 供给侧改革：能源供给测的绿色转型是关键
  - 减少无效供给，化解能源领域产能过剩
  - 增加优质供给，增大清洁能源供应比例
  - 扩大有效供给，理顺清洁能源促进机制

煤炭绿色转型路径

神华集团
SHENHUA GROUP

- 煤炭绿色转型要实现**四大转变**
  - 由资源驱动向创新驱动型转变
  - 由燃料向燃料、原料并重方式转变
  - 由相对粗放开发向集约绿色、互联智能方式转变
  - 由传统高排放利用向近零排放的清洁高效方式转变

- 煤炭绿色发展的**主要路径**
  - 煤炭绿色开发
  - 高效清洁利用
  - 高效清洁转化
  - 煤基能源CCS

中国煤炭清洁高效开发利用技术路径

神华集团
SHENHUA GROUP

煤炭绿色开发：煤炭开采水资源保护与利用、煤炭开采地表生态减损与修复

煤炭清洁高效利用：主要污染物超低排放，高效燃煤发电，煤基绿色多联供

煤炭清洁转化：煤制油、煤制烯烃等现代煤化工产业

煤基能源CCS：煤制油化工CCS， 燃煤发电CCS

提　纲

神华集团
SHENHUA GROUP

一、煤炭在中国能源中的地位与挑战

二、中国煤炭清洁高效开发利用战略

三、神华煤炭清洁高效开发利用实践

四、神华安全管理创新

神华集团总体概况

- 神华集团成立于1995年
- 煤炭、电力、铁路、港口、航运、煤制油化工一体化开发运营、产运销一条龙经营的特大能源企业，资产近10000亿元
- 2017年1-8月，利润438亿元，列中央企业第四位
- 国内业务遍布29省（市、区），境外业务遍及美国、澳大利亚、俄罗斯、印尼等18个国家和地区

1985年

1999年

1986年

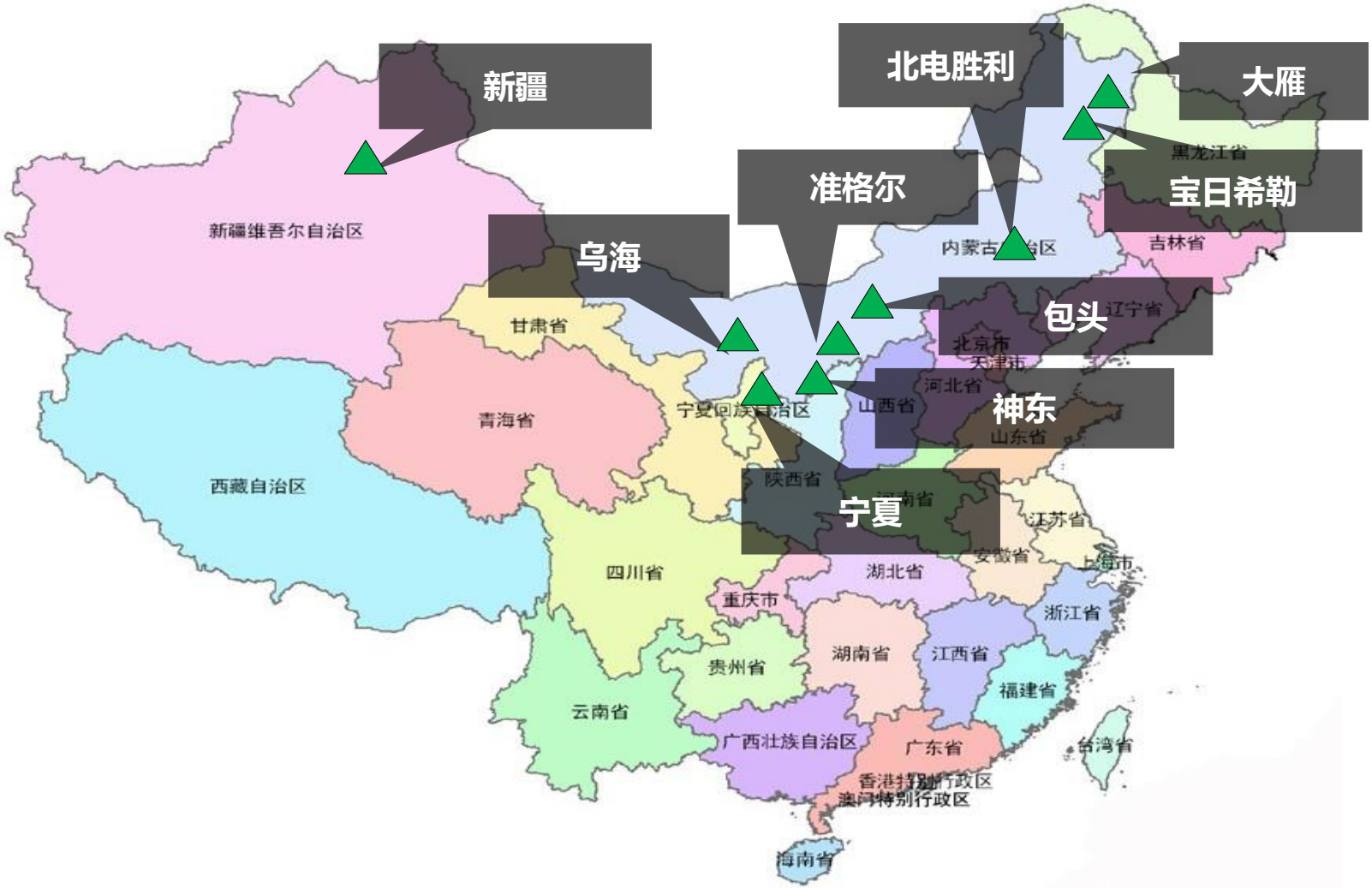
1997年

2009年

2003年

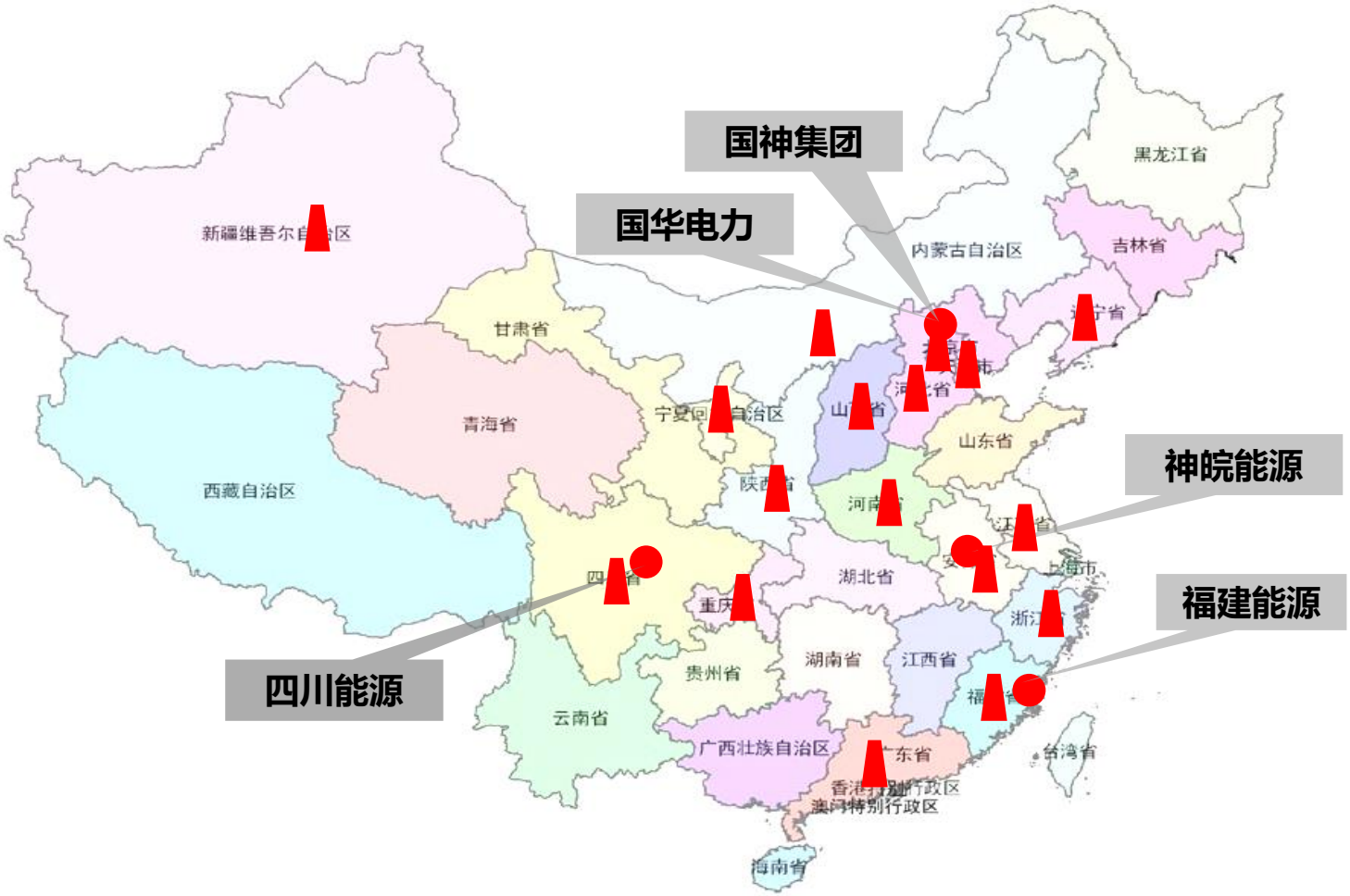
神华主营业务——煤炭

- 5个省区9家煤炭企业，生产能力5亿吨，2016年产量4.3亿吨，安全和技术指标世界领先



神华主营业务——电力

- 2016年：电力总装机8299万千瓦
- 火电装机7518万千瓦，中国第五大火电商

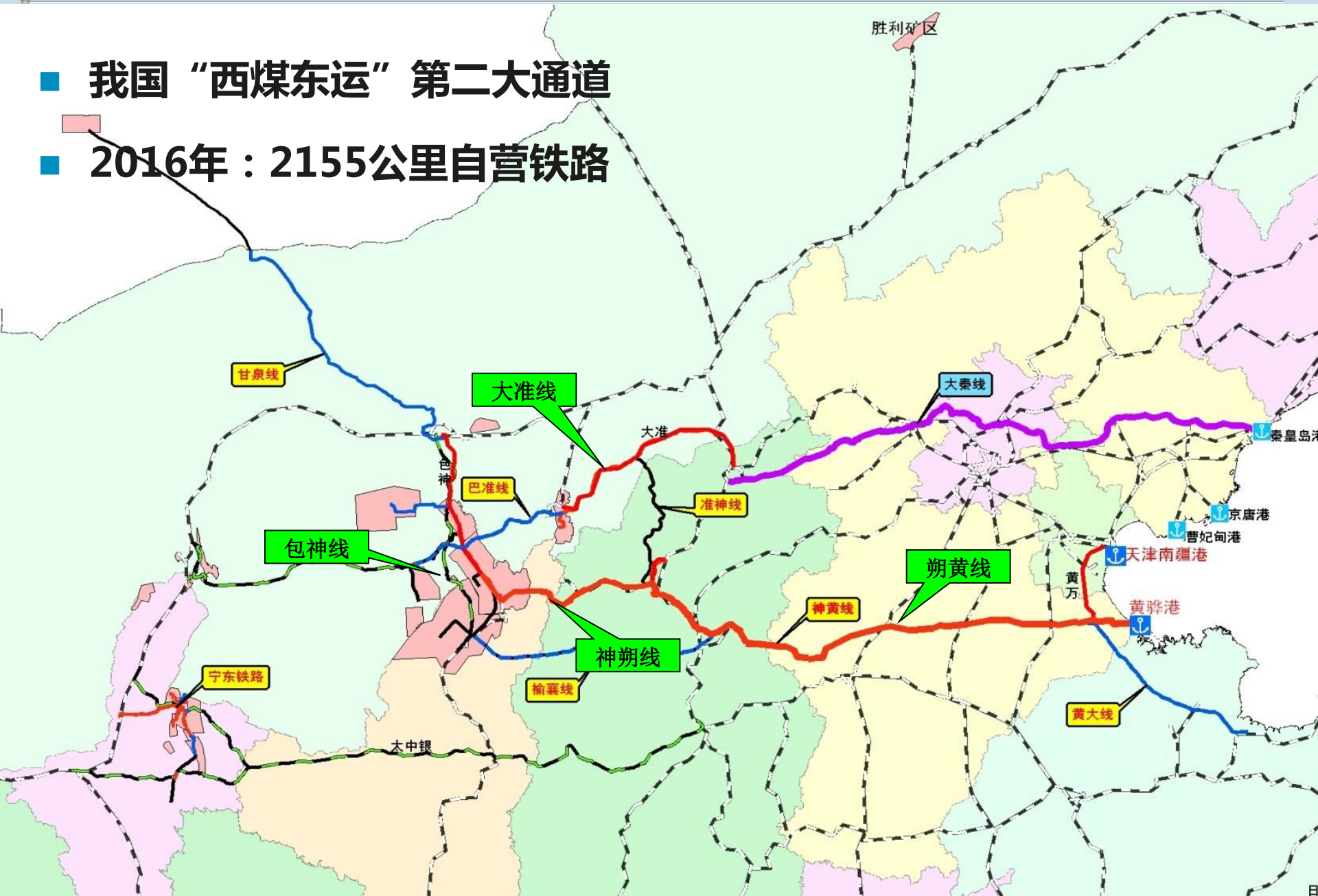


神华火电企业分布

神华主营业务——铁路

神华集团
SHENHUA GROUP

- 我国“西煤东运”第二大通道
- 2016年：2155公里自营铁路



神华主营业务——港口

神华集团
SHENHUA GROUP

- 拥有3个港口码头，吞吐量近3亿吨

- 黄　骅　港：20000万吨

- 天　津　港：　4500万吨

- 珠海高栏港：　4000万吨

神华主营业务——航运

神华集团
SHENHUA GROUP

- 2016年：40艘，国内海洋运量排名第三

神华主营业务——现代煤制油化工（四大国家示范工程）

神华集团 SHENHUA GROUP

2016年产能：油品526 万吨，聚烯烃393 万吨，甲醇893 万吨（含甲醇中间产品536 万吨)，居国内第一。

1.煤直接液化

百万吨级自主知识产权煤直接液化项目

2.煤制烯烃（MTO）

世界首套60万吨/年煤制烯烃项目

3.煤间接液化

400万吨/年煤间接液化项目

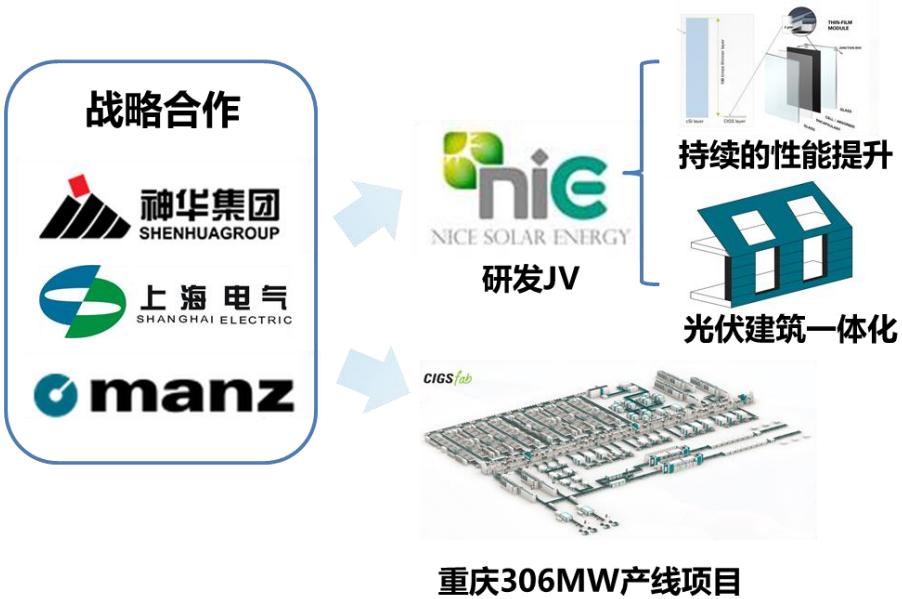
4.煤制丙烯（MTP）

50万吨/年煤制丙烯项目

神华主营业务——新能源新兴产业

- 2016年底风电、光伏、水电等可再生能源装机**781万千瓦**
- 与上海电气和德国MANZ战略合作，投资CIGS研发与产业化项目，并积极推进**CIGS光伏建筑一体化**的应用

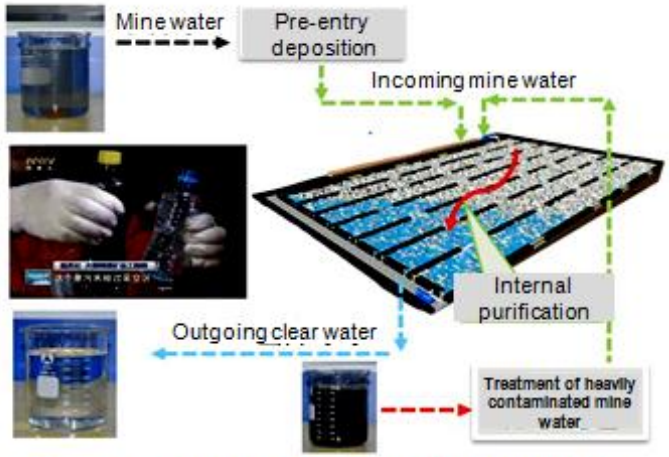
神华境内风电项目分布



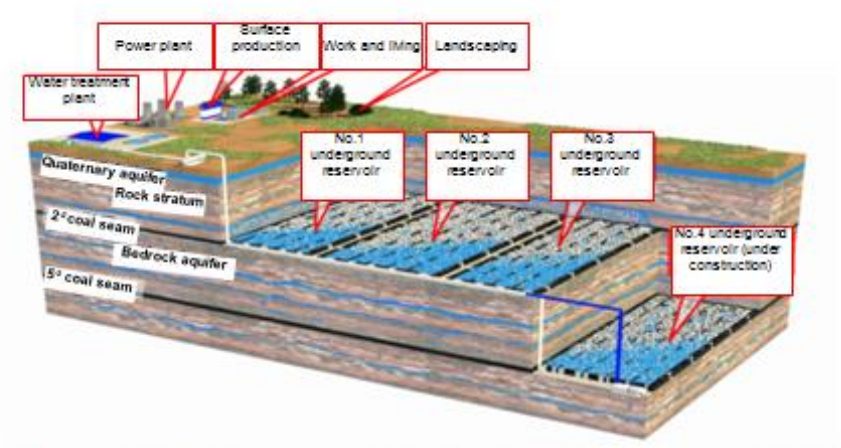
神华CIGS产业布局

煤炭绿色开发——地下水保护与利用

- 神华研发了**煤矿地下水库技术**，将矿井水储存井下并给矿区生产生活供水，实现煤炭开采水资源的有效保护和高效利用
- 在神东矿区已建成35座地下水库，年供水量超过6000万方，并给周边电厂和煤化工企业供水，使矿区由耗水大户变为**供水的基地**



Staged Coalmine Water Underground Treatment Technology



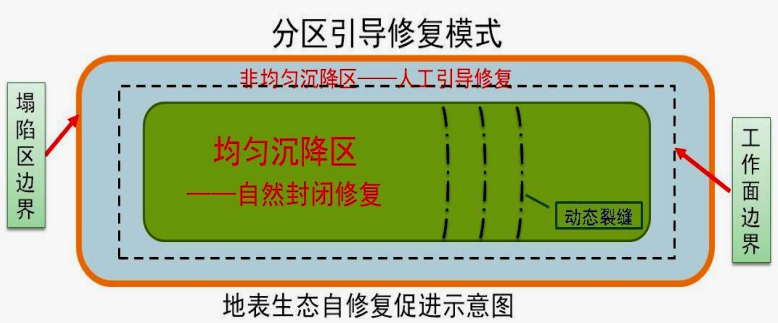
Multi-layer Distributed Underground Reservoir Cluster of Shenhua's Daliuta Coalmine

煤炭绿色开发——地表生态减损和修复

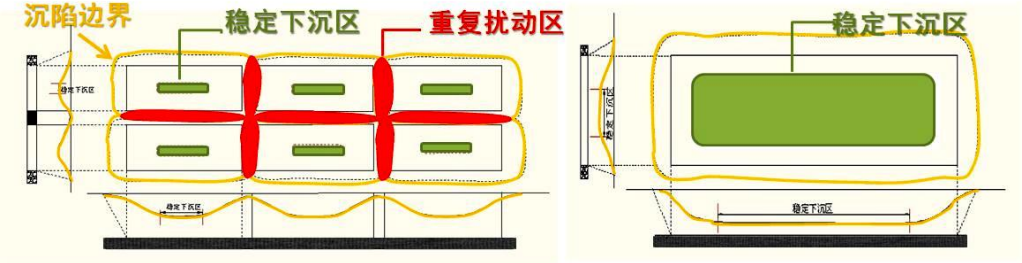
神华集团 SHENHUA GROUP

■ 通过科技创新，矿区生态环境甚至可以比开发前更好

- 基于地表生态主动减损的煤炭开采工艺
- 煤炭开采地表生态修复与微生物促进技术

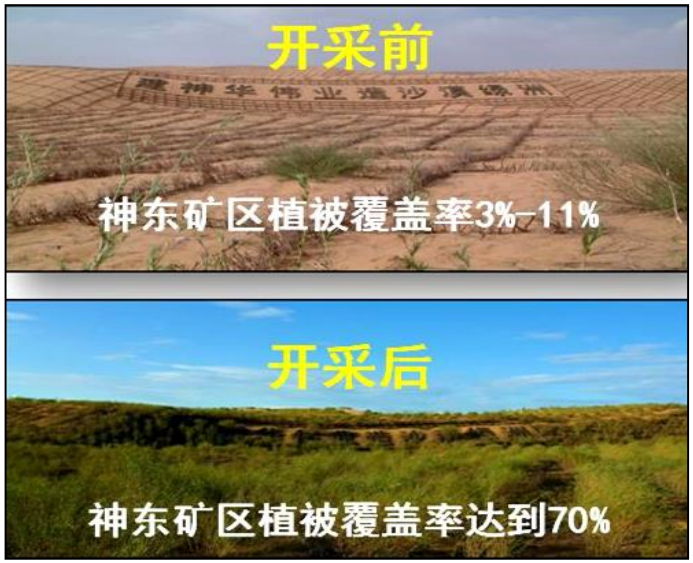


塌陷区地表生态修复技术



常规工作面沉陷示意　　超大工作面沉陷示意

基于地表生态减损的超大工作面煤炭开采技术（神华神东矿区）

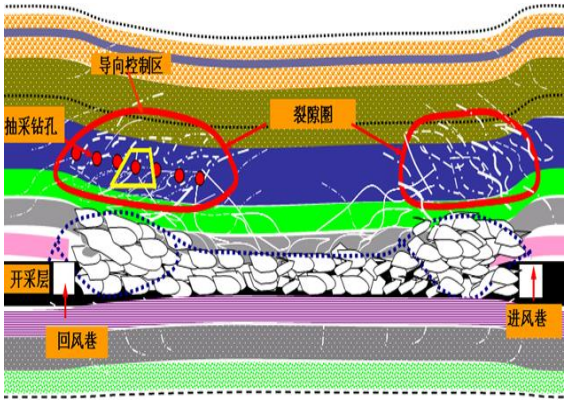


煤炭绿色开发——国家重点实验室

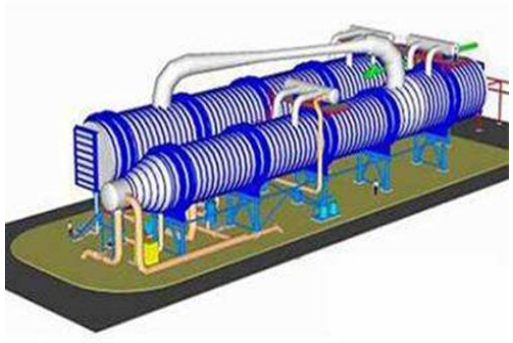
神华集团 SHENHUA GROUP

“煤炭开采水资源保护与利用国家”重点实验室

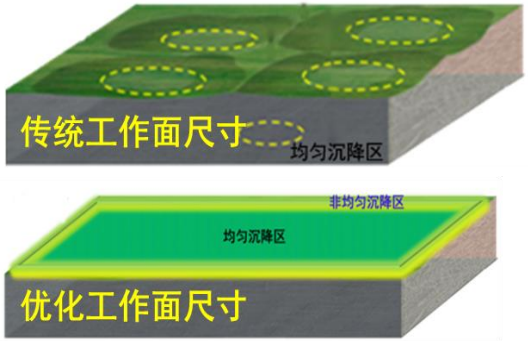
- 2015年10月获国家科技部批复成立，是目前中国**唯一专门从事煤炭绿色开发**的国家重点实验室
- 重点实验室三大研发方向：煤炭开采水资源保护、矿井水处理和利用及地表生态减损修复



开采水资源保护



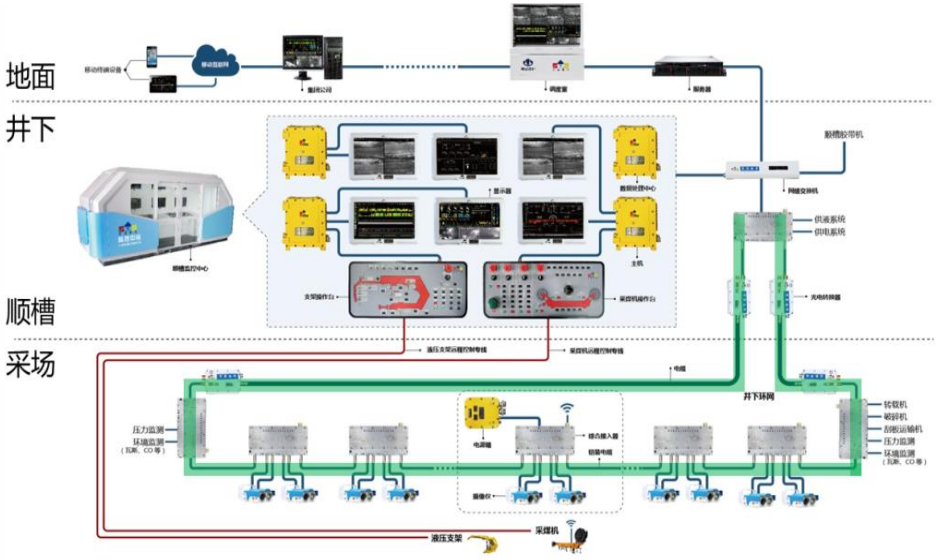
矿井水处理和利用



地表生态减损修复

煤炭智能开采——智能矿山建设

- 首创**无人操作的智能采煤工作面**和一体化控制智能矿井技术
- 在神华锦界煤矿建成全球**首个智能示范矿井**，实时监控点达57000个，实现了对2000余台（套）设备的智能控制



综采成套装备智能系统

锦界煤矿智能示范矿井

煤炭清洁高效利用——污染物超低排放技术

神华集团
SHENHUA GROUP

- 燃煤发电超低排放：使燃煤发电的污染物排放**达到或低于我国燃气机组排放标准值**，即燃煤发电的超低排放
- 2014年，神华在舟山电厂建成运行**国内第一个超低排放机组**
- 截止2017年6月，神华**超低排放燃煤机组达到92台**，共计**5065**万千瓦，占神华集团煤电总装机的69.5%。京津冀地区全部22台机组全部实现超低排放。

神华舟山电厂4 号机组污染物排放状况

	粉尘	SO_2	NOx
	(mg/Nm³)	(mg/Nm³)	(mg/Nm³)
舟山4号机组	2.46	2.76	19.8
燃气机组排放标准	5	35	50
燃煤排放标准（重点地区）	20	50	100

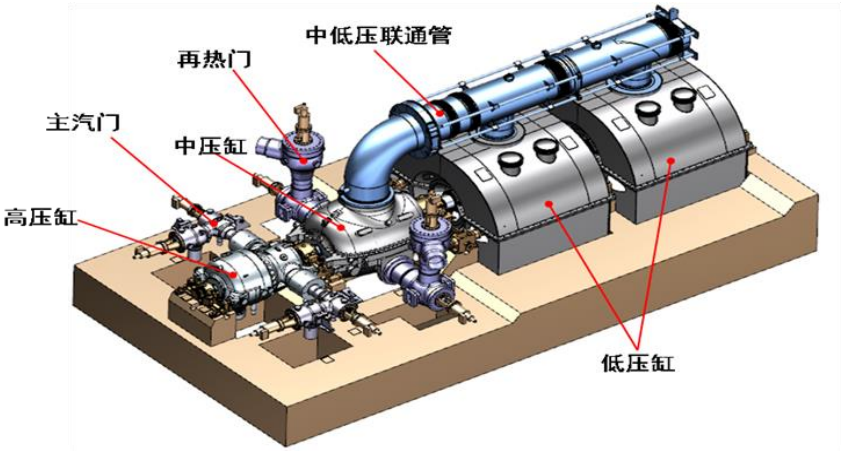
煤炭清洁高效利用——高效燃煤发电

神华集团 SHENHUA GROUP

■ 神华安庆电厂——全球领先的高效低排放（HELE）电厂

- 高参数：2×1000MW超超临界机组，中国首次采用28MPa/600/620℃超高参数的机组
- 高效率：发电煤耗273g/kWh，供电效率达到46%
- 低排放：污染物超低排放，与中国燃煤发电平均水平相比，CO_2排放降低了14%
- 低造价：静态单位投资仅为3000元/kW

神华安庆电厂



安庆电厂燃煤发电机组示意图

煤炭清洁高效利用——煤基绿色多联供

神华集团
SHENHUA GROUP

- 根据中国国情，使用燃煤发电替代直接燃烧作为终端能源，通过**大规模利用和污染物集中处理**来提高使用效率、降低污染物排放
- 在城镇集中供热区、工业园区等热（冷）负荷区大力发展热电（冷）联供机组，通过能量梯级利用实现煤炭高效利用
- 引入分布式能源，实现多能互补；建设综合管廊，实现端到端供应；消费测实现清洁能源全面替代

煤炭清洁高效利用——富平模式

神华集团 SHENHUA GROUP

神华的探索——富平模式

- 2×35万千瓦超临界热电联产机组，实现**超低排放**“电气冷热”多联产，**能量综合利用效率达到76%**
- 可再生能源接入与热电项目互为补充，建立区域能源智慧管理系统，**供给侧碳排放20%以上**
- 消费端设置电动车、智能充电设施，以电替代油，用电替代天然气，热电联产供热、供汽替代所有散烧锅炉

富平热电项目效果图

煤炭清洁转化——煤直接液化

神华集团
SHENHUA GROUP

- 利用自主研发技术，建成世界首个百万吨级煤直接液化示范项目
- 神华煤直接液化示范工程能源转化效率不断提高
  - 累计生产油品达500万吨，能源转化效率58.0%
  - 污水处理及节水技术不断进步，实现了污水的零排放，吨油水耗由设计值10吨降至5.8吨
  - 利用矿井水替代地下水作为水源

煤炭清洁转化——煤间接液化

神华集团
SHENHUA GROUP

- **世界单体规模最大的400万吨级煤间接液化工业装置，投资550亿元**
- **工业放大25倍，集成工艺单元71个，各类设备1.3万台套，实现2000吨/天干煤粉气化炉和10万等级空分首次国产化**
- **2016年底一次开车成功，生产出合格油品，目前已稳定运行**

2016年7月习近平主席亲临现场考察

煤炭清洁转化——煤制烯烃

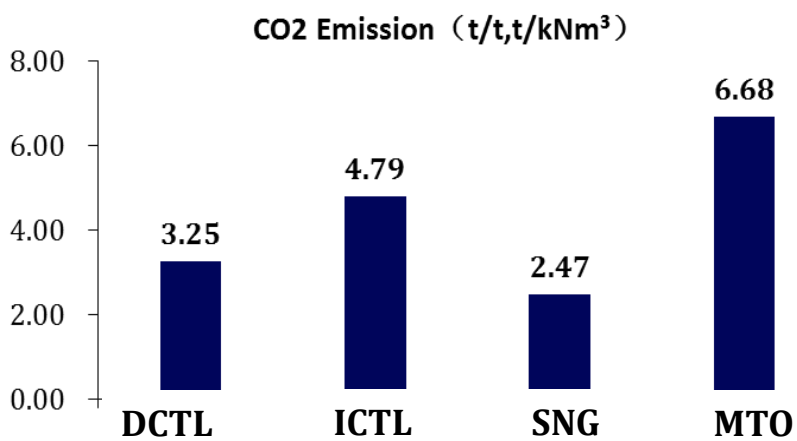
神华集团
SHENHUA GROUP

- **世界首个60万吨/年煤制烯烃示范项目**，核心工艺放大110倍，集成了46个工艺单元，4108台设备
- 装置一次性开车成功，半年后转入商业化运营，年利润超过10亿元
- 利用神华自主工艺建设的新疆68万吨MTO项目于2016年底建成并开车成功

煤基能源CCS——煤制油化工

神华煤制油化工CCS技术

- 现代煤化工产业排放CO_2的浓度一般超过80%，捕集成本相对较低（约为电厂捕集的1/3~1/4）
- 神华开展了10万吨/年CCS工程示范，掌握了CO_2盐水层地质封存核心技术，已完成了30.26万吨封存量
- 百万吨级规模全流程CCS成本预计在150元左右



主要煤化工过程CO_2排放

神华煤直接液化CCS示范工程

未来重点研发方向——氢能

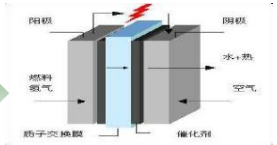
- **氢是最清洁的能源，煤制氢是目前成本最低的大规模制氢方式，煤制氢结合CCS技术，可以实现能源生产和利用全过程的CO_2近零排放**

不同原料制氢成本

原料种类	煤炭	天然气	重油	弃风弃光
制氢成本(元/m³)	0.6～0.7	1.21	1.66	0.9～1.2

煤制氢

氢气



氢燃料电池

电动汽车

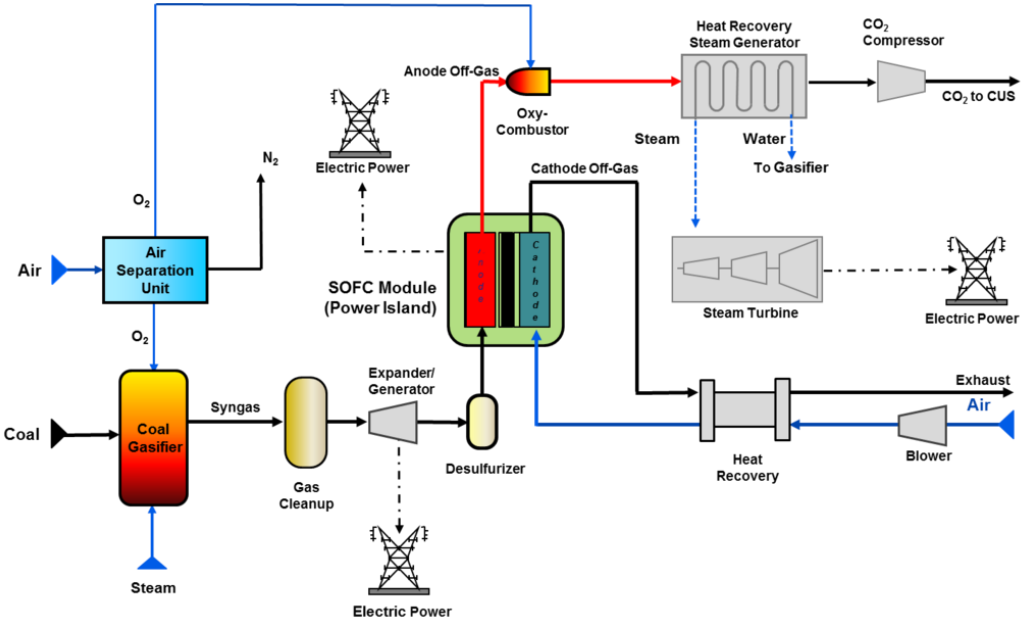
- **利用弃风弃光为能源制氢，可以为现代煤化工提供低成本和零碳排放的氢气作为原料，大幅降低现代煤化工的CO_2排放**

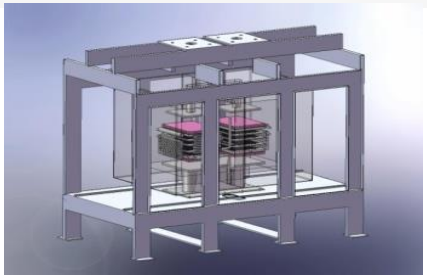
未来重点研发方向——煤气化燃料电池

■ 高温燃料电池(IGFC)分布式发电技术

- **固体氧化物燃料电池（SOFC）发电系统：**在科技部资助下，神华将研制并示范国内首套兆瓦级煤气化固体氧化物燃料电池发电系统，发电效率达到50%

- 发电的同时实现CO_2高效率低成本捕集





国家2030重大项目——“煤炭清洁高效利用”

神华集团
SHENHUA GROUP

- 为实现2030年进入创新型国家前列的战略目标，中国将围绕国家重大需求，启动一批2030重大项目
- “煤炭清洁高效利用”将是首期启动的16个2030重大项目之一，将围绕煤炭绿色开采、清洁高效发电、煤炭清洁转化、煤基能源CCS等四大领域开展基础研究、技术开发和工程示范
- 神华集团将作为该项目的牵头单位，发挥企业在创新中的主体地位和引领作用，为煤炭绿色可持续发展贡献力量

提　纲

神华集团
SHENHUA GROUP

一、煤炭在中国能源中的地位与挑战

二、中国煤炭清洁高效开发利用战略

三、神华煤炭清洁高效开发利用实践

四、神华安全管理创新

安全管理创新——管理理念

神华集团
SHENHUA GROUP

安全第一，预防为主，综合治理

↓

以理念指导行动，思想约束行为

↓

煤矿：能够做到不死人，生产时瓦斯不超限，超限就是事故；

煤化工：泄漏就是事故，“五不一无”（不泄漏、不着火、不爆炸、不窒息、不中毒、无死亡）

安全管理创新——发展目标

神华集团
SHENHUA GROUP

安全发展目标：坚持“从零开始、向零奋进”

- 技术工作零缺陷
- 工程质量零次品
- 机电设备零故障
- 标准化工作零差距
- 现场生产零隐患
- 检查监管零死角
- 员工工作零“三违”
- 成绩面前零自满
- 最终实现零伤亡

安全管理创新——安全思想

神华集团
SHENHUA GROUP

只有感悟不到的隐患　　没有避免不了的事故

安全 = 细节 + 流程 + 执行力

安全是干部的政治生命　安全是员工的最高利益

执行力 = 知道 + 做到

理念改变干部员工的思想意识和行为，保障安全目标实现。

安全管理创新——安全文化

神华集团
SHENHUA GROUP

以“幸福矿工”为核心，丰富安全文化内容

传承与创新并重，增强安全文化的感召力

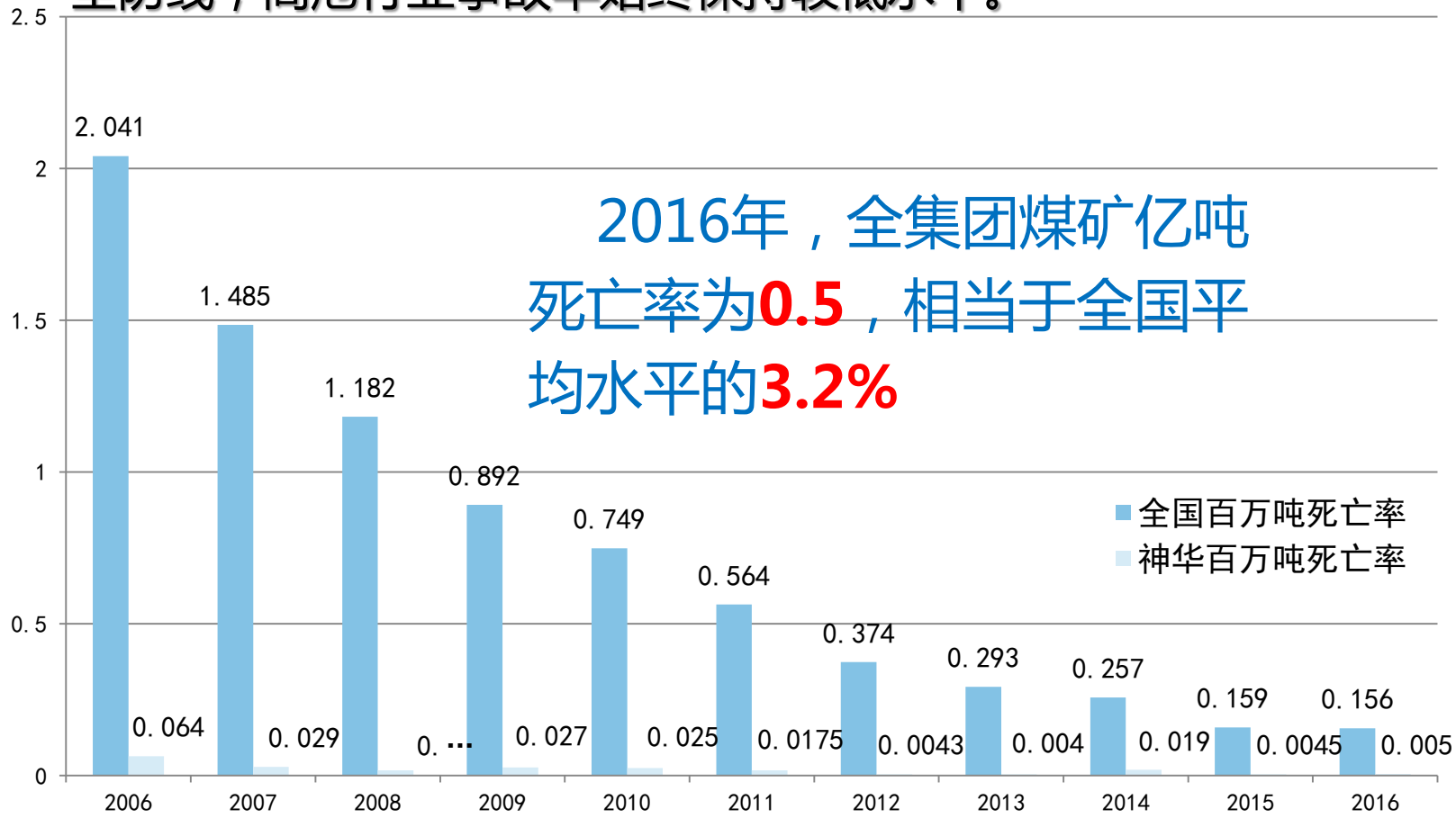
实施理念引领、文化渗透工程，丰富安全文化建设载体

习惯养成，使安全文化的软实力变成安全发展的硬动力

安全管理创新——安全基本情况

神华集团
SHENHUA GROUP

深入推进风险分级管控、隐患排查治理“两个体系”，构建安全防线，高危行业事故率始终保持较低水平。



2016年，全集团煤矿亿吨死亡率为**0.5**，相当于全国平均水平的**3.2%**

2006—2016年全国和神华百万吨死亡率统计图

安全管理创新——安全生产经验

神华集团
SHENHUA GROUP

神华集团
SHENHUA GROUP

神华集团安全生产经验可归结为“五个一”

- 树立一个理念
- 构建一套体系
- 探索一条途径
- 打造一支队伍
- 培育一种文化

安全管理创新——风控体系

神华集团
SHENHUA GROUP

安全管理创新——应急救援队伍建设

神华集团
SHENHUA GROUP

神华集团应急体系建设不断完善，应急保障能力显著增强，建立完善了“**统一指挥、分级管理、协调有序、运转高效**”的三级应急响应机制，打造了一支“召之即来、来之能战、战无不胜”的应急救援队伍。

全集团共有**53支**专职救援队、**58支**兼职救援队和**43支**消防队伍，专兼职救护队员**3873**人，其中**5支**为国家级救援队伍。

安全管理创新——应急救援

神华集团
SHENHUA GROUP

集团公司各区域救护队伍认真履行社会责任，积极参加所在地区的抢险救援——煤矿井下事故、地面消防火灾、洪水灾害。

近五年，共实施**各类抢险救援1854次，成功营救463人**，受到国家有关部门、地方政府和社会各界的广泛好评。

这是一支政治坚定、素质过硬、作风优良的队伍，是集团安全生产战线的生力军和突击队，是职工生命健康和国家财产安全的守护神。

安全管理创新——应急救援案例

神华集团
SHENHUA GROUP

2017年4月19日凌晨4时40分左右，陕西省神木县大柳塔试验区板定梁塔煤矿井下发生透水，当班入井7人，1人安全升井，其余6人被困井下。当得知兄弟单位矿井发生透水事故，神华迅速启动应急预案，第一时间驰援事故矿井，快速挑起救援主力重担，专业救护人员坚守在救援一线，成功实施了救援，践行救援生命的大爱精神！

结束语

神华集团
SHENHUA GROUP

女士们、先生们，朋友们：

展望未来，煤炭在中国的主体能源地位难以改变，煤炭产业大有可为。我们将牢固树立并切实贯彻五大发展理念，走一条低碳清洁绿色发展之路，打造世界一流、具有国际竞争力的清洁能源供应商和清洁能源方案提供商，为推进国家供给侧结构性改革和能源发展战略，提高能源保障能力做出新的更大的贡献！

神华集团
SHENHUA GROUP

Thank you!

谢谢！