

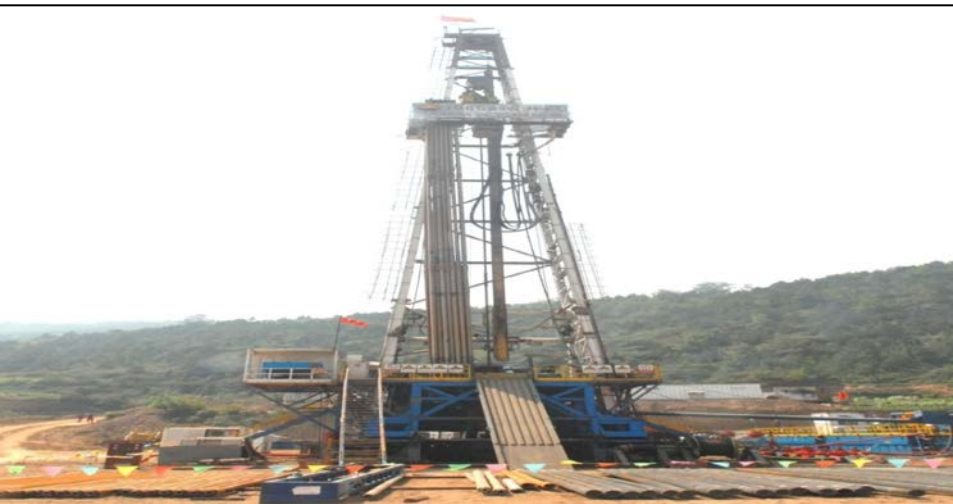
晋城煤业集团 煤层气开发利用情况介绍

都新建

高级工程师

山西晋城煤业集团

副总经理、总工程师



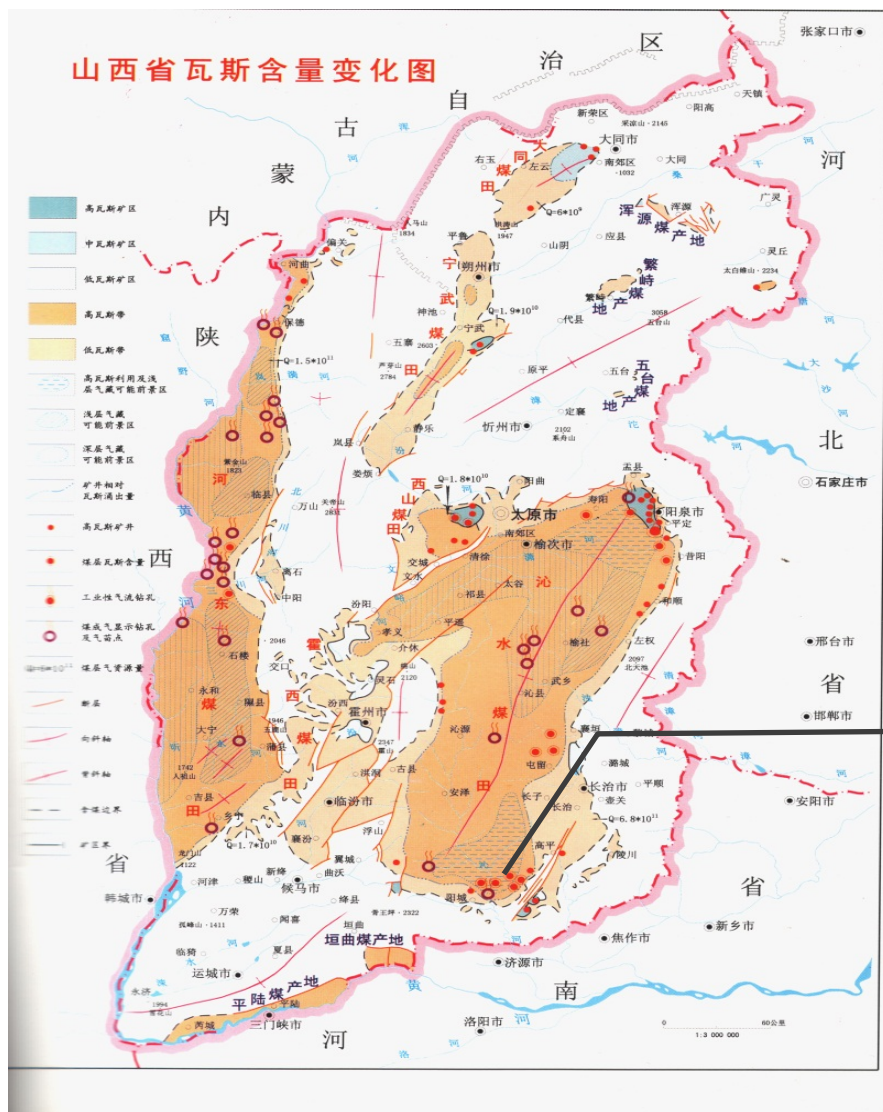
交流提纲

晋煤集团概况及采煤采气一体化开发背景

晋城矿区煤与煤层气一体化开发技术实践

煤矿区三区联动整体抽采理论与技术体系

晋煤集团煤层气综合利用概况



•晋城矿区位于山西省沁水盆地东南缘，太行山复式背斜南段西翼。

晋煤集团

晋煤集团是我国优质无烟煤重要生产基地（6000万吨/a），全国最大的煤化工企业集团（1400万吨/a），全国最大的煤层气抽采利用企业，全国最大的煤矿瓦斯发电集团。

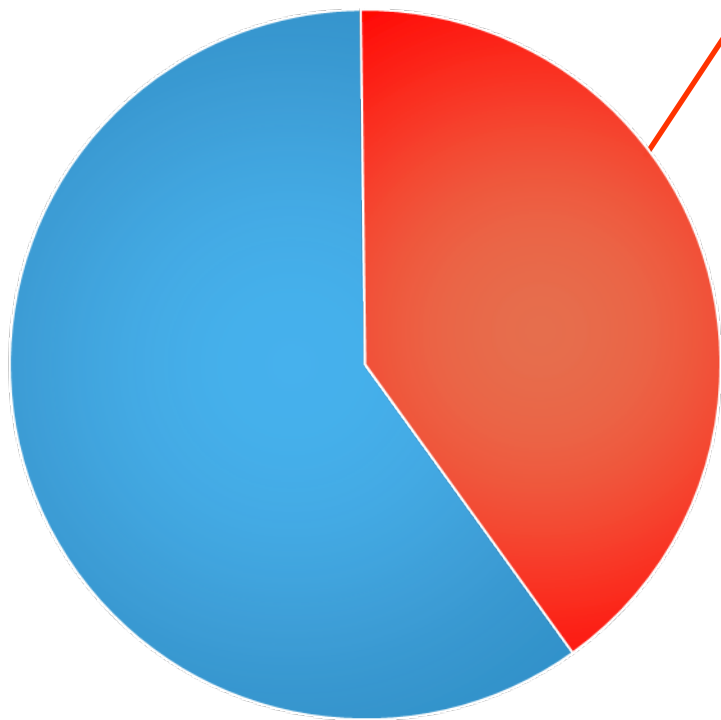
2015世界企业500强第**379**位

2014中国企业500强第**78**名

2014中国煤炭工业企业**100**强第**9**位



矿井63个

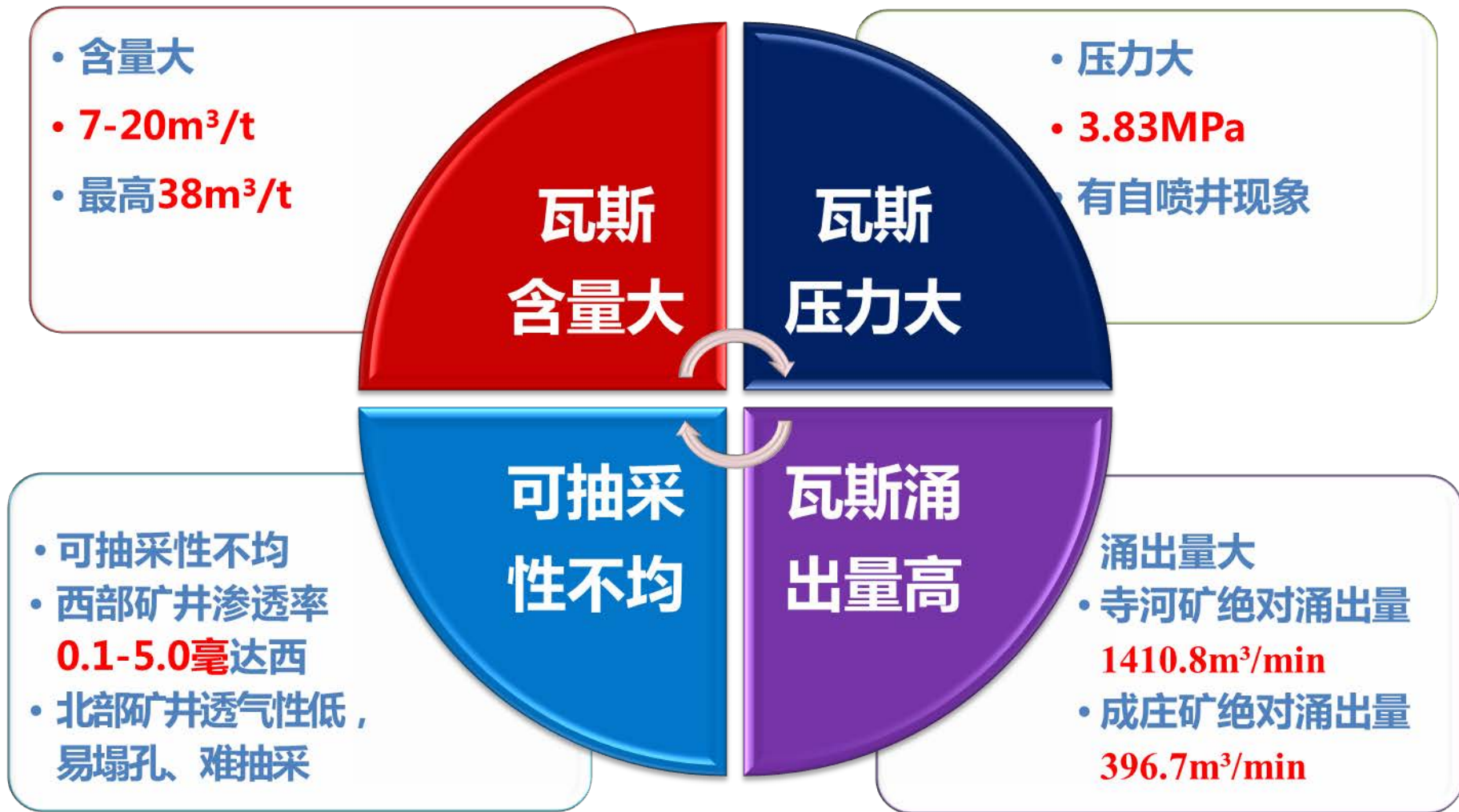


高瓦斯、突出矿井22个

- 主要煤矿分布在晋城、长治、临汾等市，开采深度自100米延深至800米，高瓦斯矿井占集团总煤炭产量比重达86%。
- 累计生产原煤6.5亿吨。

瓦斯是矿井安全生产的**最大威胁**！

晋城矿区矿井瓦斯的四个主要特点



瓦斯是制约矿井高效安全生产的首要因素



自上世纪八十年代末开始，晋煤集团各级领导及员工即认识到：**瓦斯是制约晋煤集团矿井高效安全生产的首要因素。**经过20多年的生产实践与探索，在攻克了无烟煤矿区煤层气地面抽采、煤矿井下高效抽采、井上下联合抽采等技术难关后，晋煤集团开创了一条煤炭与煤层气安全高效协调开发之路。

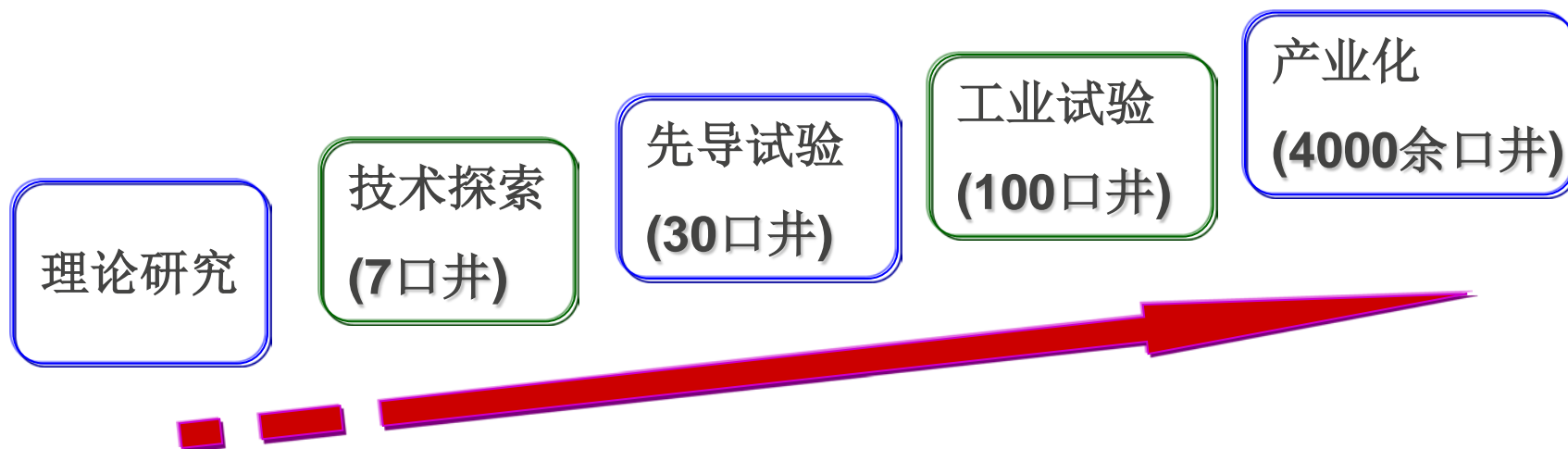


- 经过二十多年的探索与发展，2014年晋煤集团地面和井下瓦斯抽采量总量达到25.43亿立方米，地面和井下瓦斯利用总量达到17.11亿立方米，其中2014年地面煤层气抽采量14.30亿立方米，利用量11.04亿立方米，约占全国总抽采量和利用量的40%，形成了全国规模最大的煤层气开发利用市场。
- 近十年来，晋煤集团累计抽采煤层气140.47亿立方米、利用煤层气84.18亿立方米，相当于减排二氧化碳1.26亿吨，同时矿井安全生产水平大幅度提高。

二、煤与煤层气一体化开发技术实践

早在上世纪九十年代初期，晋煤集团前身原晋城矿务局即开始引进美国地面抽采煤层甲烷技术在潘庄矿区进行了7口井的井组开发试验，率先在沁水盆地南部探索取得“清水钻井、活性水压裂、定压排采、低压集输”等系列成果，为沁南地区煤层气地面开发的成功奠定了技术基础。





通过地面井抽采理论研究、7口井的初步尝试、30口井的先导性试验、100口井的工业性试验以及规模化抽采五个阶段的持续攻关和创新，形成了一套低成本高效地面抽采技术。

1. 地面预抽采技术



研发了适应晋城矿区的**清水钻井、活性水压裂、定压排采、低压集输**等关键技术，形成了一套完整的地面煤层气开发技术体系，率先在国内实现了煤层气规模化开采，为煤层气产业化开发和煤矿瓦斯治理探索了新的有效途径。

**研发成果获
国家科技进步二等奖**



主要研发成果



丛式井开发技术

对已有的垂直井钻探抽采技术进行改进、创新，形成晋城矿区不同地质条件下丛式井抽采技术，在胡底、郑庄等矿区得到了广泛应用。



突破了采动区煤层气地面抽采技术



成庄矿CZCD-01井地面采动区抽采取得重大突破：

- (1) 采空区抽采浓度高达50%以上，抽采纯量平均6000m³/d，最高近10000m³/d，总抽采量已达200万m³以上；
- (2) 实现了本煤层影响区和采空区连续抽采，工作面杜绝了瓦斯超限。

中华人民共和国科学技术部
Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China

晋煤集团“十二五”国家科技重大专项课题取得突破

日期：2013年05月09日 来源：科技部

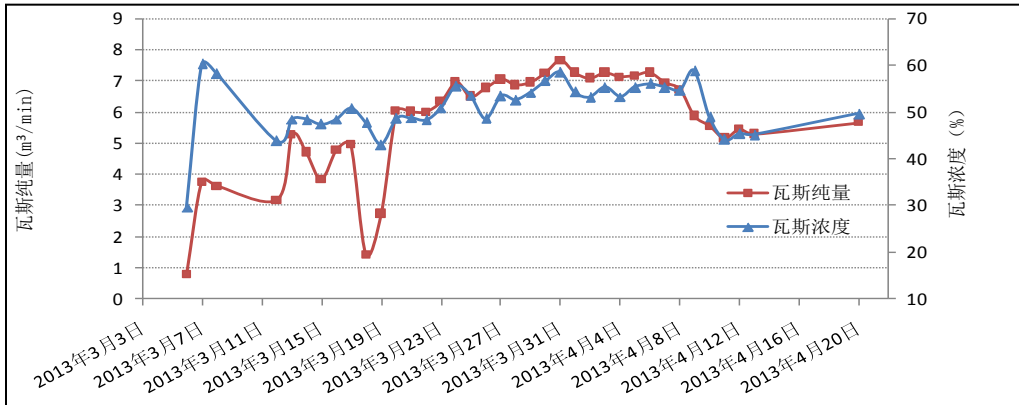
人民网晋城3月26日电（郭晶晶 通讯员 杜静安）3月25日，从晋煤集团获悉，由公司从事专业化开采煤层气的瓦房店煤层气公司承担的“十二五”国家科技重大专项“采动区煤层气抽采技术完善和规模化试验”取得突破，第一口采动区抽采气井实现连续稳定出气。

据了解，新煤采动区就是煤炭开采之后，煤层顶上会产生裂隙，产生裂隙的地方就是采动区的影响区，煤矿采空区；选择在煤矿作业过程中，将地下煤炭或煤矸石等开采完就留下的空间或空隙。

晋煤集团是我国最大煤层气开发利用基地，在煤层气开发利用方面积累了大量先进经验，晋煤采动区是我国重要的无烟煤生产基地，煤炭开采已逾有上千年的历史，上世纪五十年代末，该区域煤炭开始大规模开采，经过五十多年的开采和目前现代化开采技术的应用，大量的采空区（采动区）出现，为进行采动区煤层气抽采提供了条件。

晋煤采动区属单一厚煤层开采条件，传统理论认为晋煤采动区煤层气含量较少，不宜进行地面抽采开发，晋煤集团承担的“十二五”国家科技重大专项“采动区煤层气抽采技术完善和规模化试验”就是针对这一难题开展的，此次，项目竣工的第一口采动井从3月7日出气至今，日累计抽采煤层气超过1万立方米，高浓度、高流量、高压力、高纯度的各项抽采指标持续稳定，该井的成功抽采初步展现了晋煤采动区采动区（采空区）地面抽采的巨大潜力，对整个采动区（采空区）规模化开采具有深远意义，在新井产气过程中，该公司依靠多年的煤层气勘探开发技术，突破传统抽采为真高浓度高纯气，省去了压裂环节，有效降低人力物力消耗，延长煤层气井使用寿命，打破了传统理论，实现了效益最大化。

科技部
新闻
报道



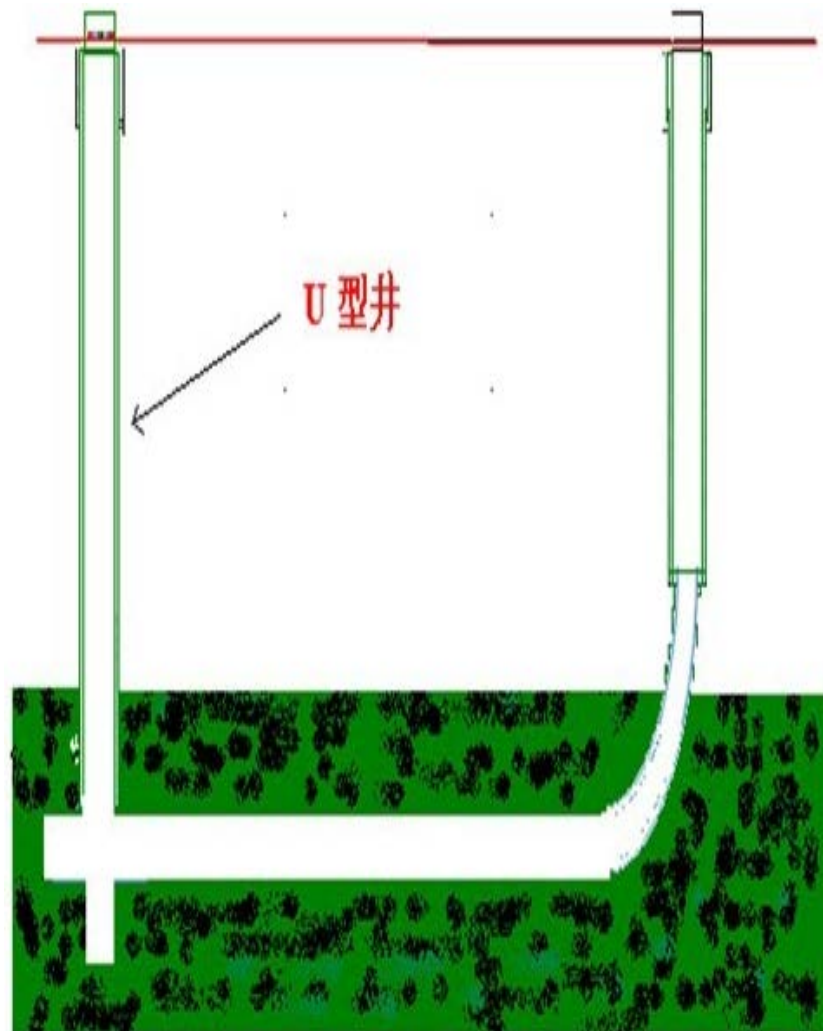
部分抽采
监测数据

抽采井场

松软低渗煤层U型对接、分段压裂工艺



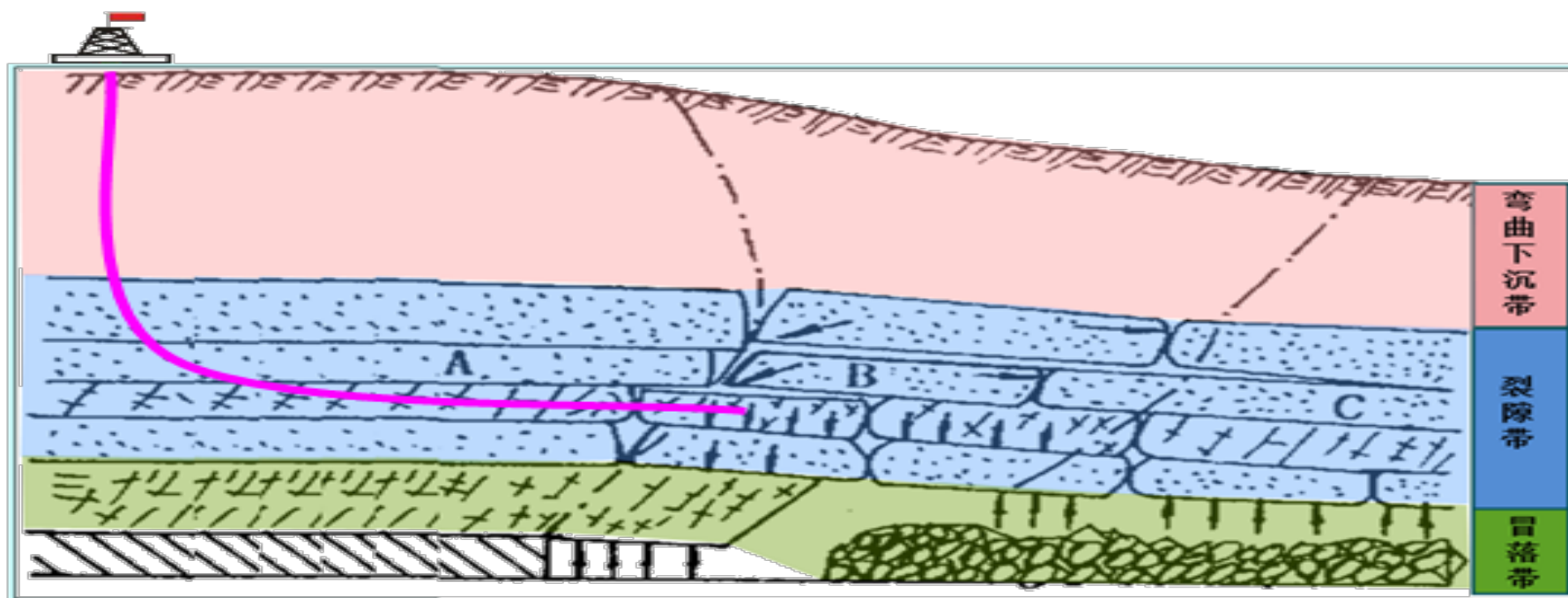
- “U”型井具有场地占用少、增透效果好等优点；
- 已在寺河矿区中硬煤层施工2口，最高日产气量近20000立方米；
- 目前已在赵庄、长平等矿区碎软煤层施工10口，单井煤层段中进尺达到800米，其中赵庄矿二盘区第一口井已连续15个月日产气量维持在5000立方米以上。



首创了采动区L型井抽采技术



寺河3313工作面SH14-L-01井于2014年7月10日完钻，完钻井深为1271.67m。完井后，在采动作用下，该井抽采量最高达32000立方米/天，浓度最高达96%，为3313工作面安全、高效生产提供了良好保证。



2. 井下区域抽采技术



研发了千米定向长钻孔、区域递进式等抽采关键技术，形成了一套完善的井下瓦斯抽采技术体系。

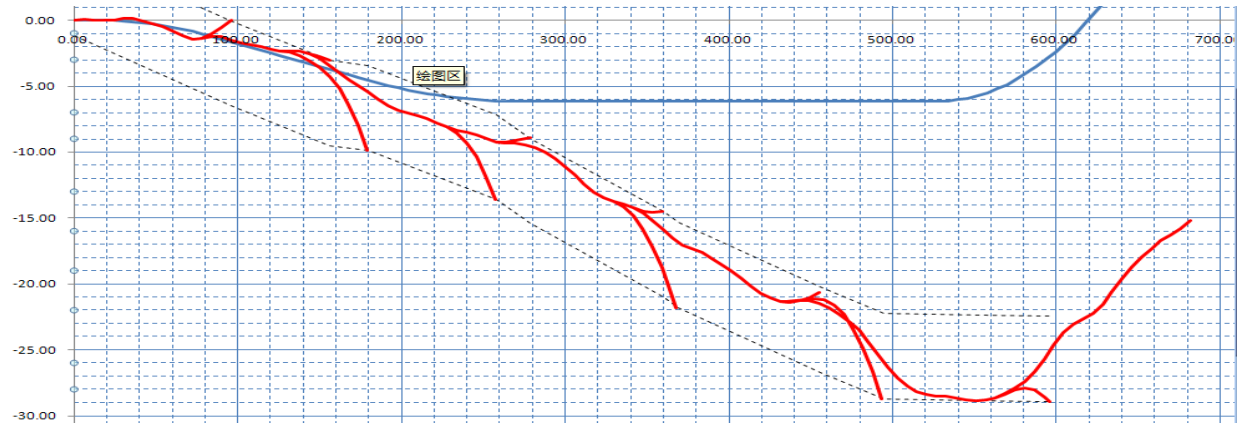
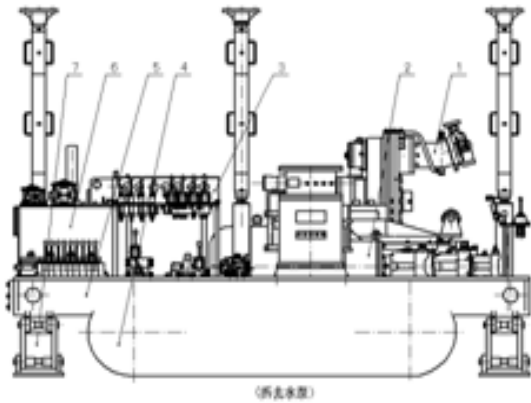
2.1 井下千米长钻孔定向钻进技术

2.2 区域递进式抽采技术

2.1 井下千米长钻孔定向钻进技术



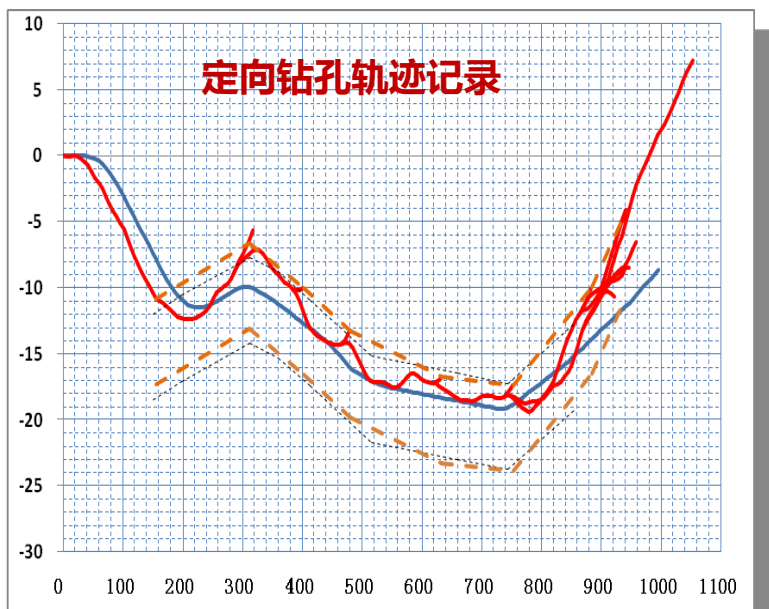
利用国产钻进装备和随钻测量仪器，形成了煤矿井下顺煤层千米钻孔定向钻进技术，最大水平孔深度达**1881m**（孔径**96mm**），顺煤层枝状抽采孔（包括主孔与分支孔）有效抽采钻孔长度可达**2000~5000m**。



2.1 井下千米长钻孔定向钻进技术



2005年始，大力推广使用千米钻机

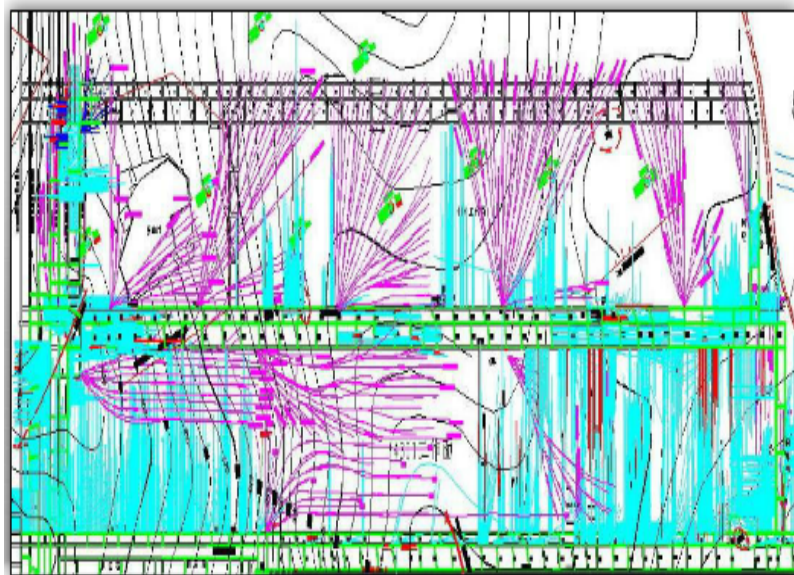


- 钻机月效率达**8000-10000m/台**
- 单孔主孔长度达**1881m**
- 枝状钻孔长度**2000 ~ 5000m**
- 取得了“防突指标不超标、瓦斯浓度不超限、地质构造更准确、掘进进尺翻一番”的好效果

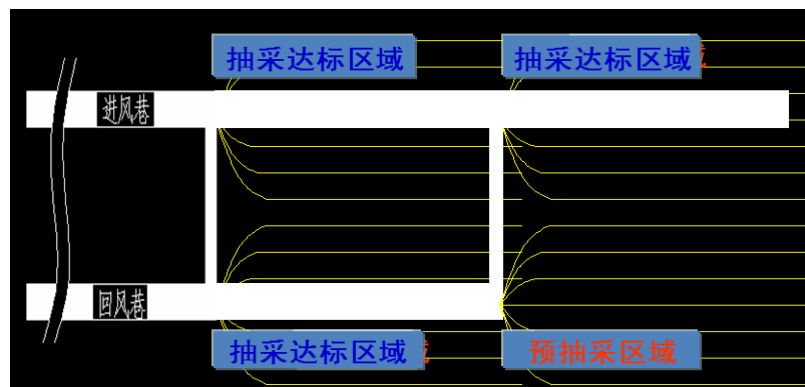
2.2 区域递进式瓦斯抽采技术



该技术由煤层浅部向深部、由低瓦斯区向高瓦斯区，从上阶段工作面向下一个工作面递进抽采，通过长时间的高效预抽，有效降低了煤层瓦斯含量，为工作面煤层巷道的安全快速掘进和高效回采打下良好基础，同时大幅度降低了矿井风排瓦斯量。



寺河矿区域递进钻孔布置



条带迈步式抽采示意图

2.2 区域递进式瓦斯抽采技术



高突矿井全部建有**地面抽采泵**，配备大能力的**水环式真空泵**。对应各泵站全部建设有**双抽采系统或多套抽采系统**，分别进行高、低浓度瓦斯抽采。

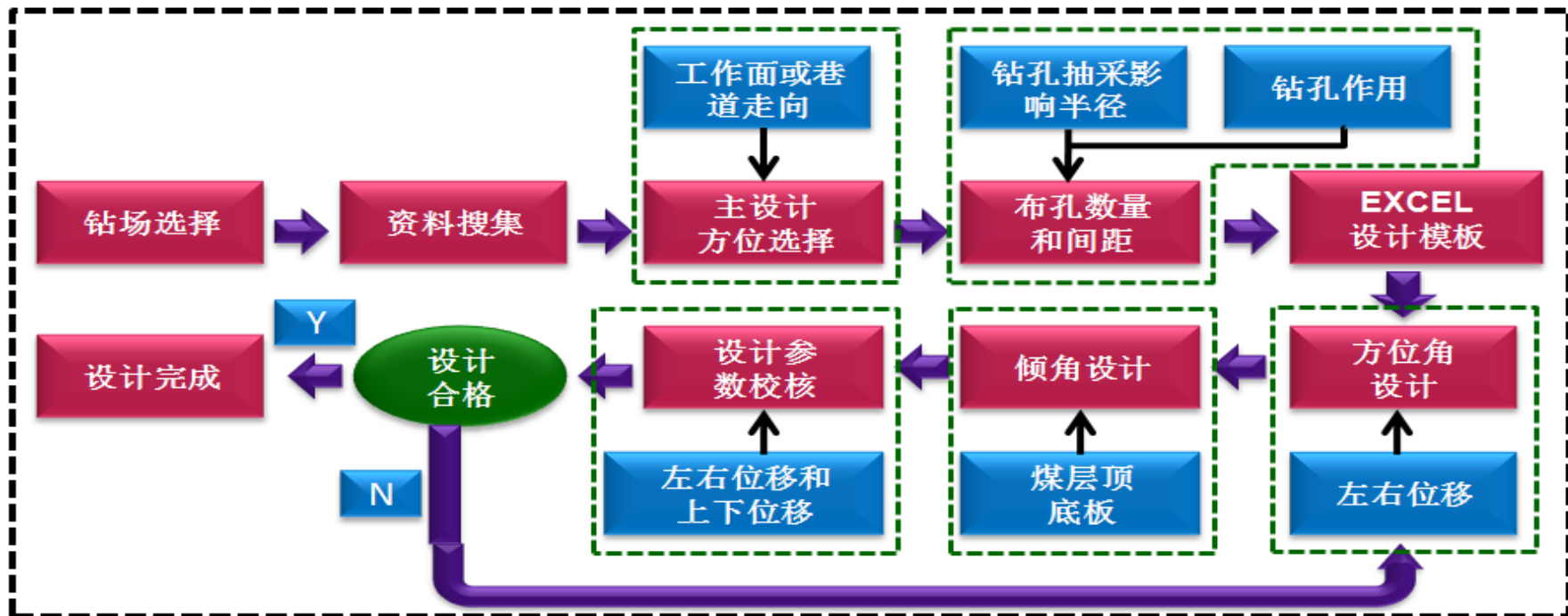
寺河矿东、西井抽采泵站达到5个，矿井年抽采能力达到**6.5亿 m^3** 。



优化了中硬煤层钻孔抽采工艺技术



完善了近水平定向钻孔轨迹优化设计方法，结合煤层走向、抽采半径、地质条件等多种因素，优化了设计流程，使钻孔施工更加高效和精确。



3. 井上下联合立体抽采技术



晋煤集团坚持自主创新，进行了煤层气规模开采和煤与煤层气一体化开采研究，在煤矿开采准备区发挥地面与井下抽采各自的优势，创建形成了**井上下联合抽采技术**，极大地提高了煤层气抽采速度与煤层气抽采率。

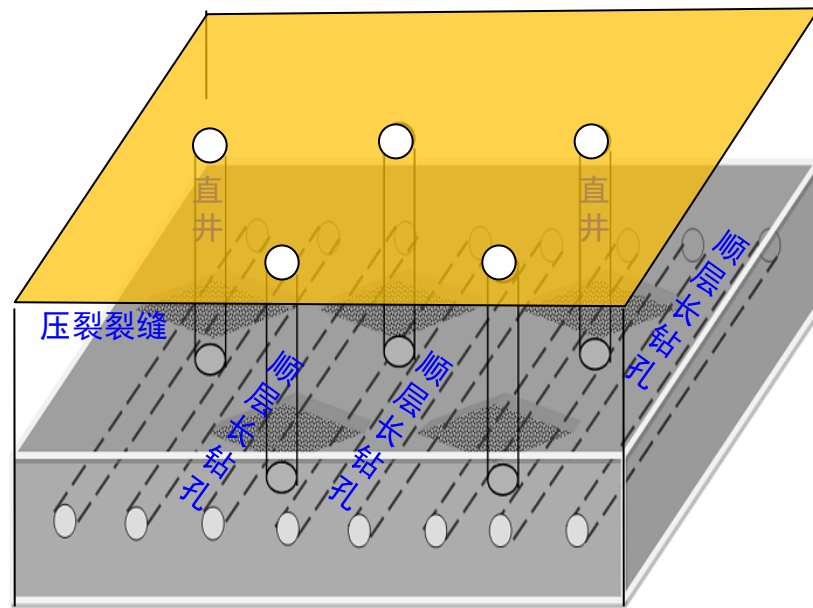
3.1 地面与井下联合抽采技术

3.2 采动区煤层气地面抽采技术

3.1 地面与井下联合抽采技术



在煤矿开拓准备区，通过煤矿井下施工顺层水平长钻孔贯通地面直井压裂裂缝及其影响带，形成由顺层长钻孔与压裂裂缝构成的**立体抽采网络**，从而实现**区域卸压抽采**，大幅度提高抽采效率，缩短抽采达标时间。

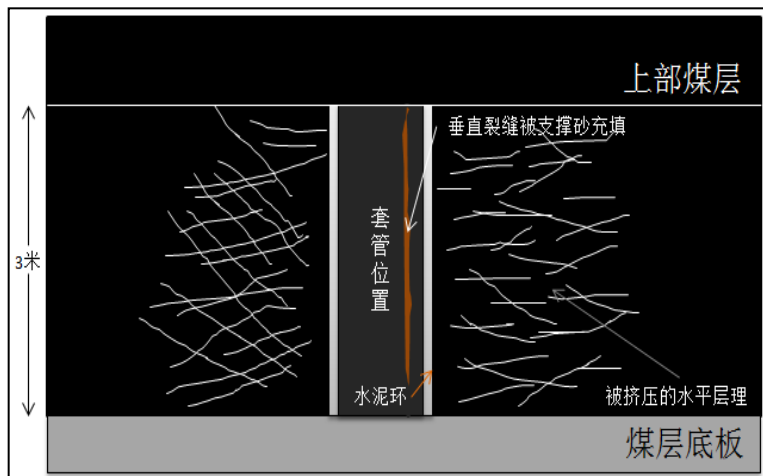


地面与井下联合抽采示意图

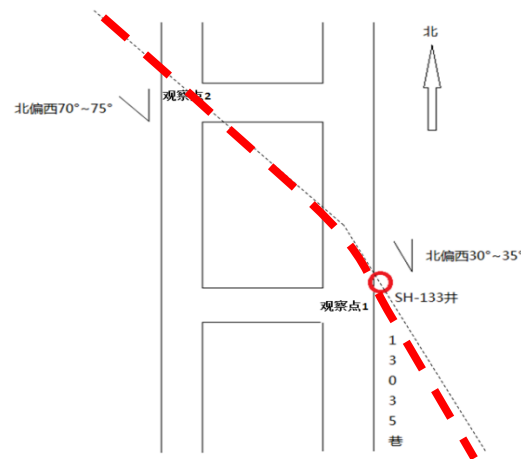
3.1 地面与井下联合抽采技术



通过煤矿井下直接揭露和观察地面直井的压裂裂缝特征，发现在埋深不到600m (300-600m) 条件下也可形成垂直裂缝。



SH133井压裂裂缝煤矿井下观察情况
剖面图
(黄色条带为石英砂支撑的裂缝)

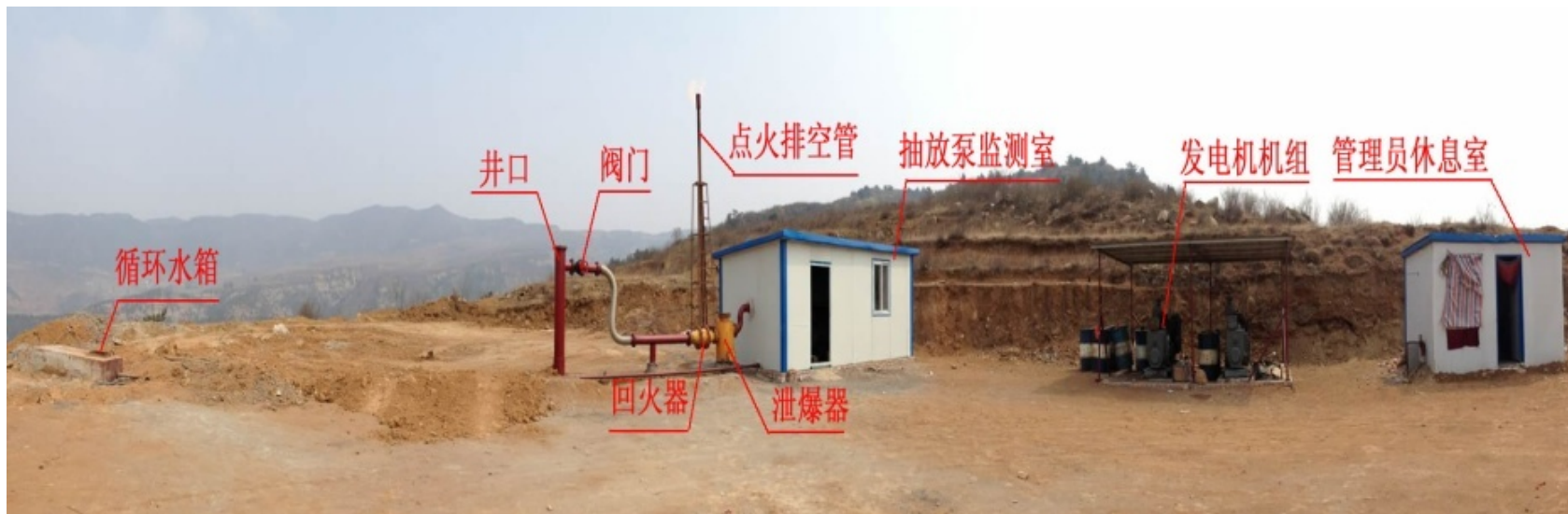


SH133井压裂裂缝煤矿井下观察情况
平面投影图
(红色条带为石英砂支撑的裂缝)

3.2 采动区煤层气地面抽采技术



利用煤层采动卸压效应，在煤炭开采区域施工垂直井或水平井，提高煤层气开发和瓦斯治理效果，单井累计产气量超过**200万立方米**，可以有效提高煤层气抽采量，降低地面抽采井成本，同时解决了回采工作面上隅角瓦斯超限问题。

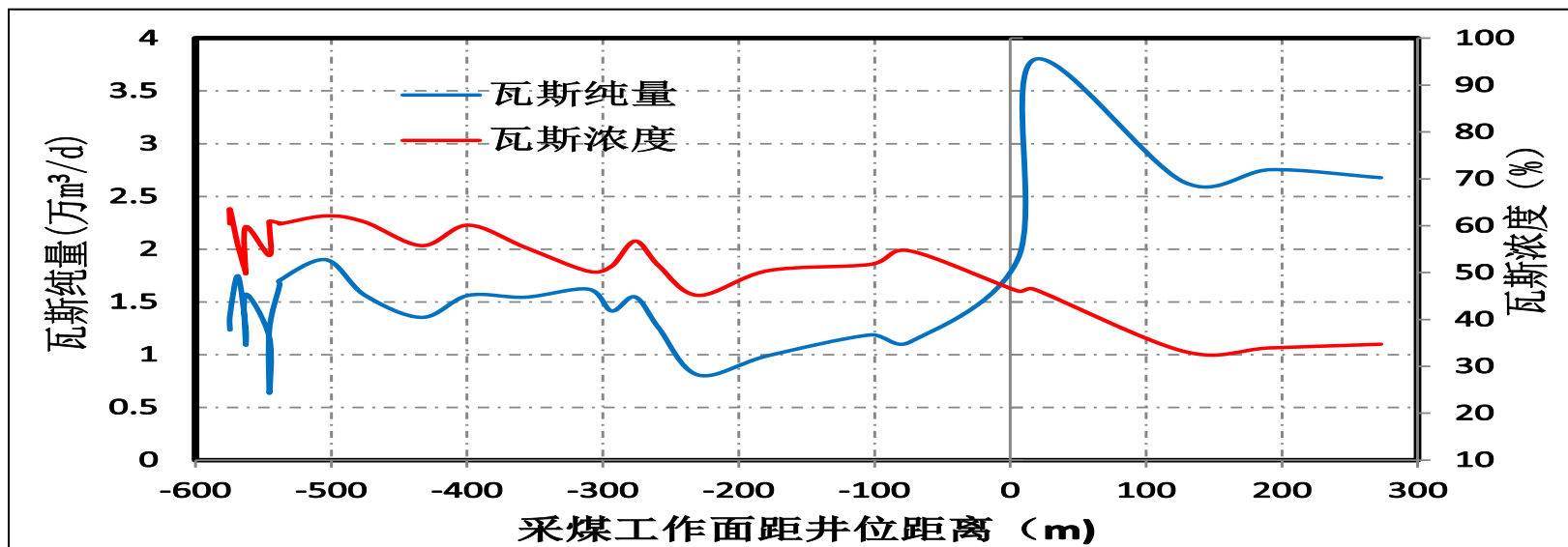


3.2 采动区煤层气地面抽采技术



成庄矿5310工作面CZCD-01地面井采动区抽效果显著：

- (1) 实现了本煤层采动区连续抽采, 煤炭开采后井身结构保持完好;
- (2) 抽采浓度高达**86%**;
- (3) 抽采纯量约**10000m³/d**, 抽采总量已达**200万m³**以上;
- (4) 有效缓解了5310、W2301工作面的瓦斯治理压力。



三、煤矿区三区联动整体抽采理论与技术体系

煤矿区“三区”的分类原则



- 基于煤炭开发时空接替规律，将煤矿区划分为煤炭生产规划区（简称规划区）、煤炭开拓准备区（简称准备区）与煤炭生产区（简称生产区）三个区间。生产区即煤炭生产矿井现有生产区域，准备区是煤炭生产矿井近期（一般为3~5年内即将进行回采的区域），而规划区的煤炭资源一般在6~15年甚至更长时间以后方进行采煤作业，留有充分的煤层气预抽时间。

地面预抽区

（煤矿规划区）

地面与井下
联合抽采区
（煤矿准备区）

井下抽采区

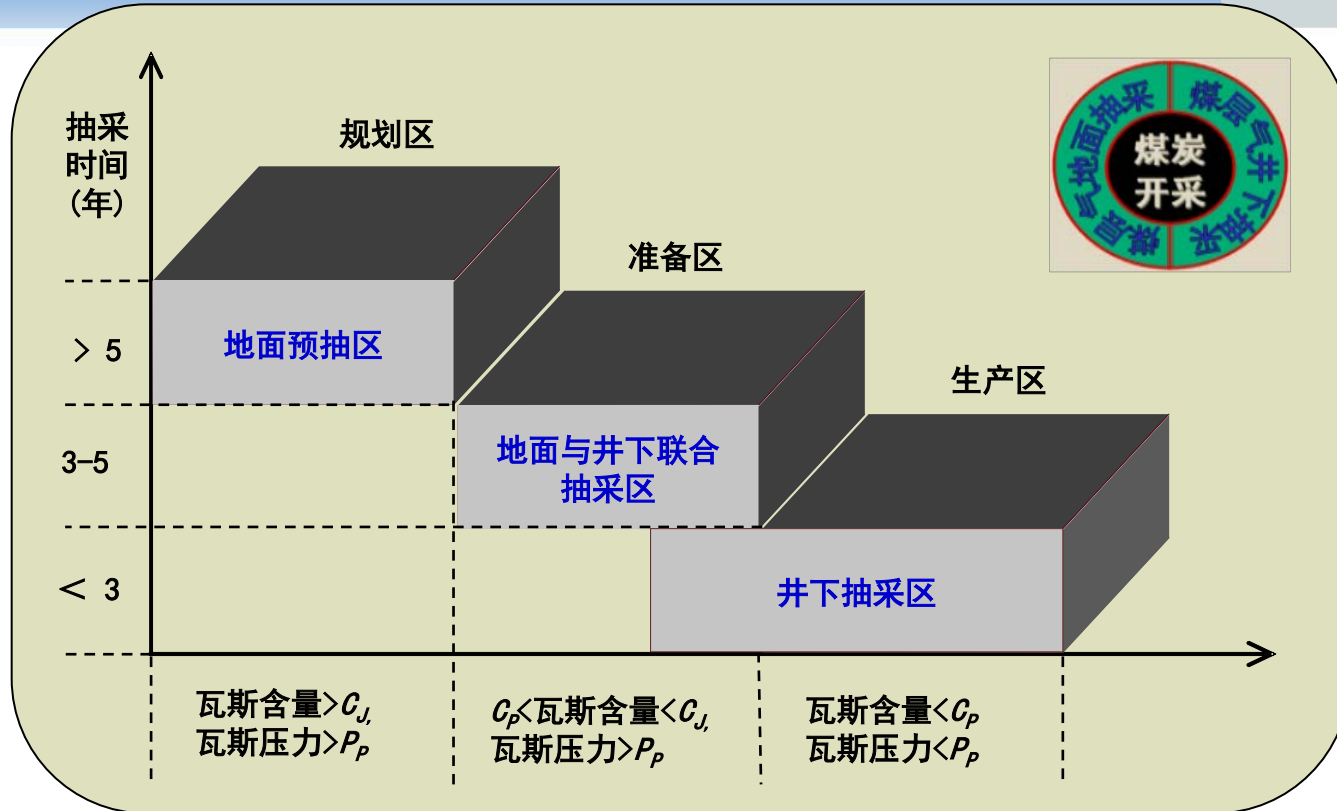
（煤矿生产区）

- 依据煤层气地质特征、瓦斯地质条件、煤炭开采强度和煤矿通风安全措施等四方面主控因素，推导出煤矿安全生产容许最高瓦斯含量预测数学模型，为“三区”联动时空接替（煤炭生产何时由上一时空进入下一时空）提供了瓦斯含量阈值方面的决策依据：

$$C_p = C_{ic}(1-R) + \beta\varepsilon \frac{M_c \times S_h \times V_h}{nP}$$

• 式中： C_p ，容许煤层瓦斯含量， m^3/t ； C_{ic} ，吨煤原始瓦斯含量， m^3/t ； R ，瓦斯解吸率，%； β ，煤炭资源回采率，%； ε ，综合影响因子； M_c ，回风流中甲烷最高允许浓度，%； S_h ，回风巷断面积， m^2 ； V_h ，回风巷最高允许风速， m/s ； P ，单位时间煤炭产量， t/s ； n ，工作面迎头前方影响距离与工作面推进速度的比值。

三区联动整体抽采理论与技术体系

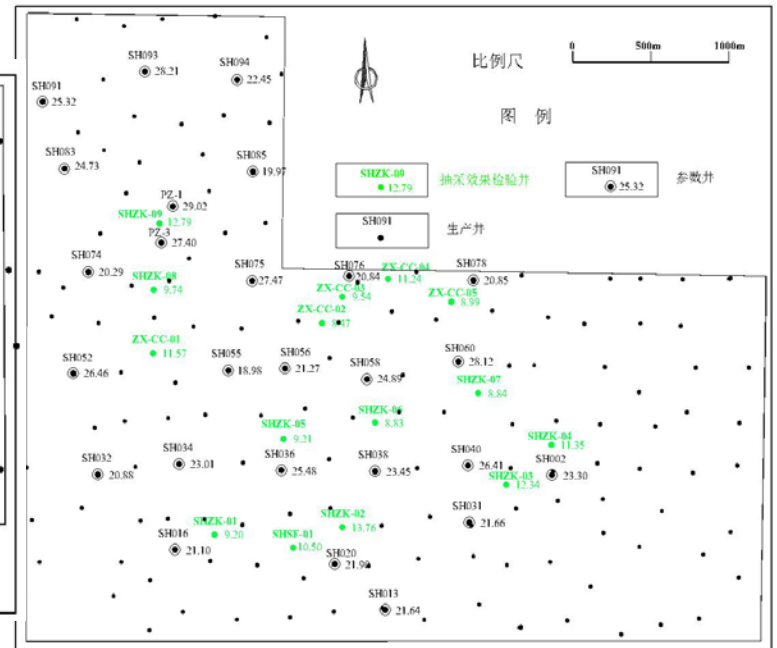
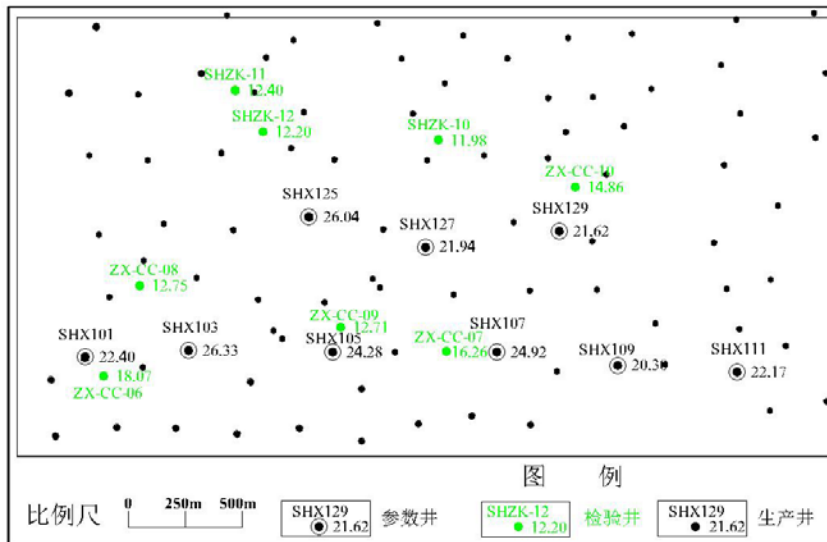


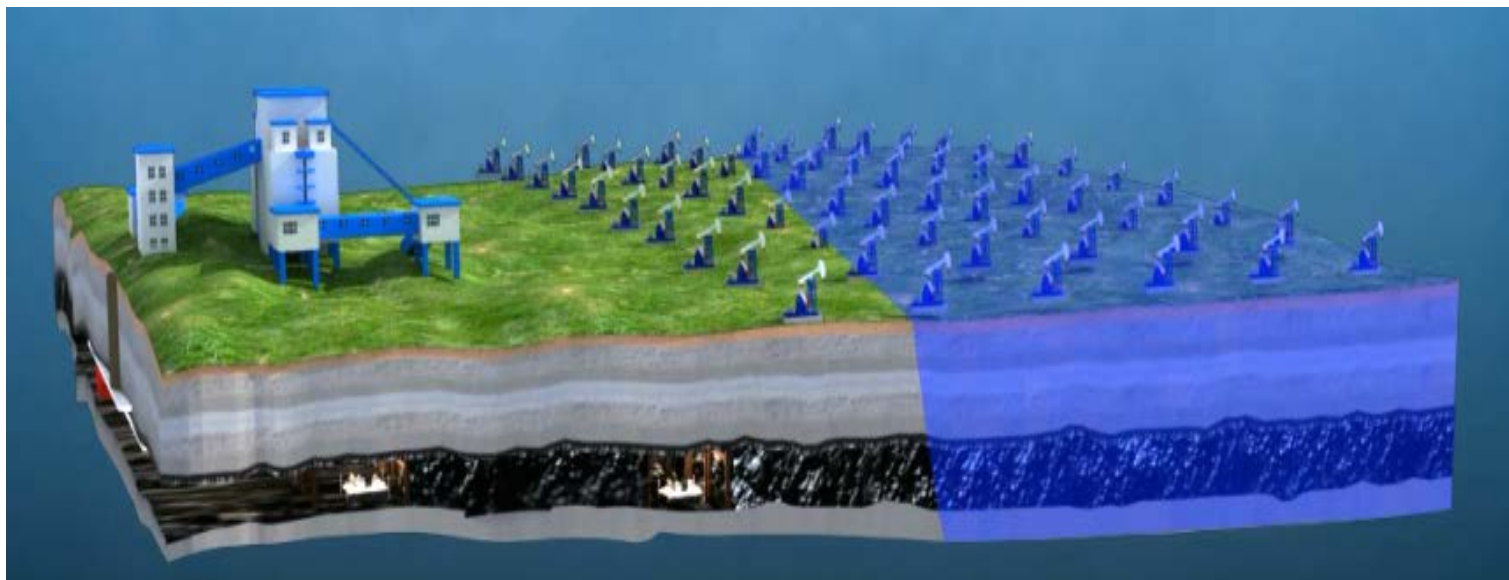
根据上述公式推导确定煤矿区三区联动全矿区整体抽采，分区采用不同技术措施，可实现煤层气与煤炭两种资源安全高效协调开发，实现采气采煤一体化。

晋城矿区三区联动井上下立体开发模式



☆**煤炭规划区**，可以采用地面直井、丛式井、水平井等多种方式进行最大限度的超前预抽，实现煤与煤层气两种资源的有效协调开发。根据寺河东五盘区的验证结果，最好提前15年进行预抽。





规划区

6年或更长时间以后开采区域——

采用**地面直井、丛式井、水平井**等多种方式进行超前预抽

规划区抽采技术



规划区地面抽采的**实际效果**



20m³/吨
高瓦斯



10m³/吨
达标

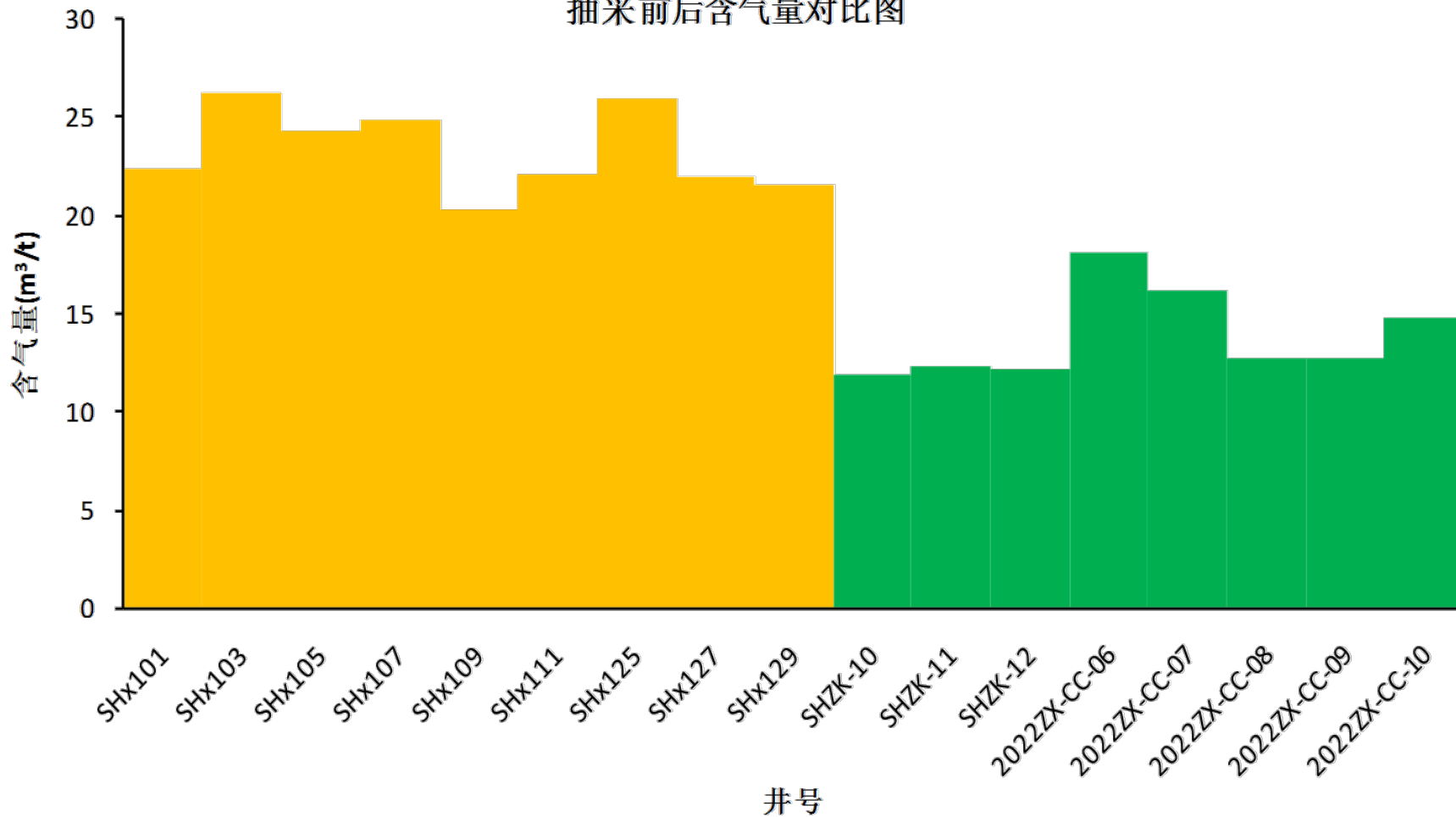
每平方公里施工**10口井**

初期瓦斯含量每年可以降低
1.5m³/吨

规划区抽采技术



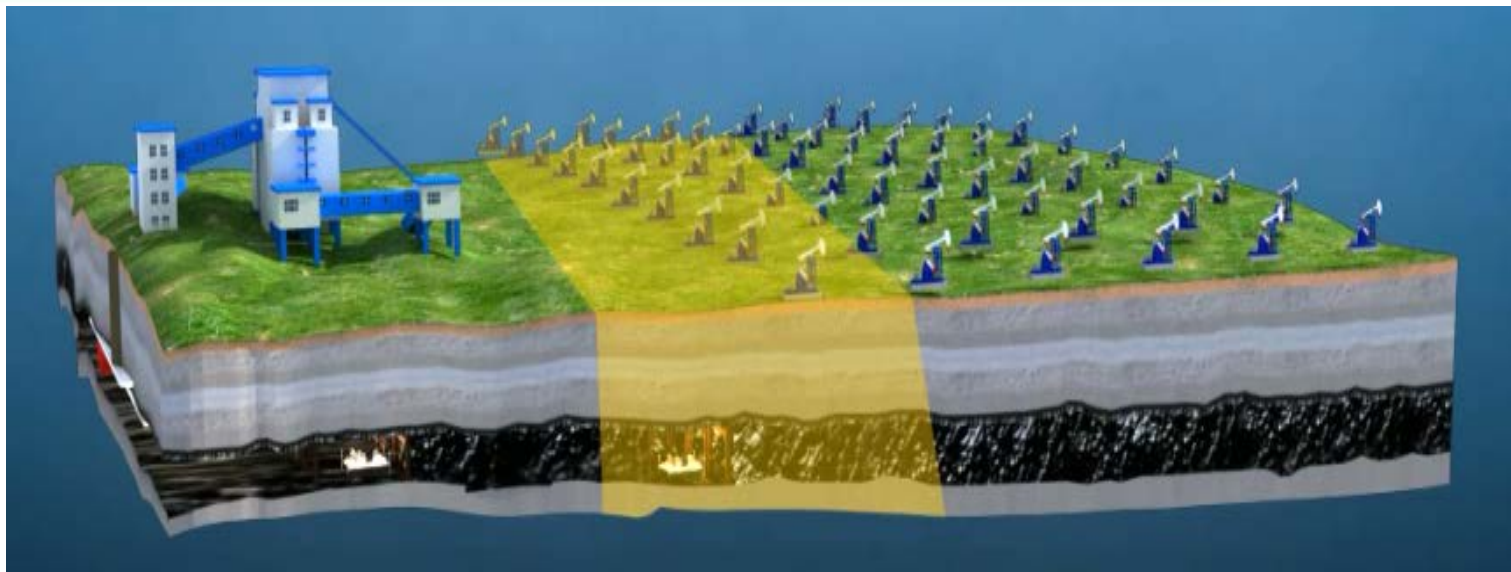
抽采前后含气量对比图



★**煤炭开拓准备区**，一般在3~5年后转化为煤炭生产区，超过5年以上会增加维护成本，时间太短因瓦斯解吸时间不足会造成瓦斯含量和瓦斯压力不达标。

★晋煤集团首创了**井上下联合立体抽采技术**，充分发挥“地面压裂”与“井下定向长钻孔”两种技术的优势叠加，为准备区加速转化为生产区创造了条件。

★根据寺河矿的抽采效果，准备区的抽采时间可缩短50%左右。

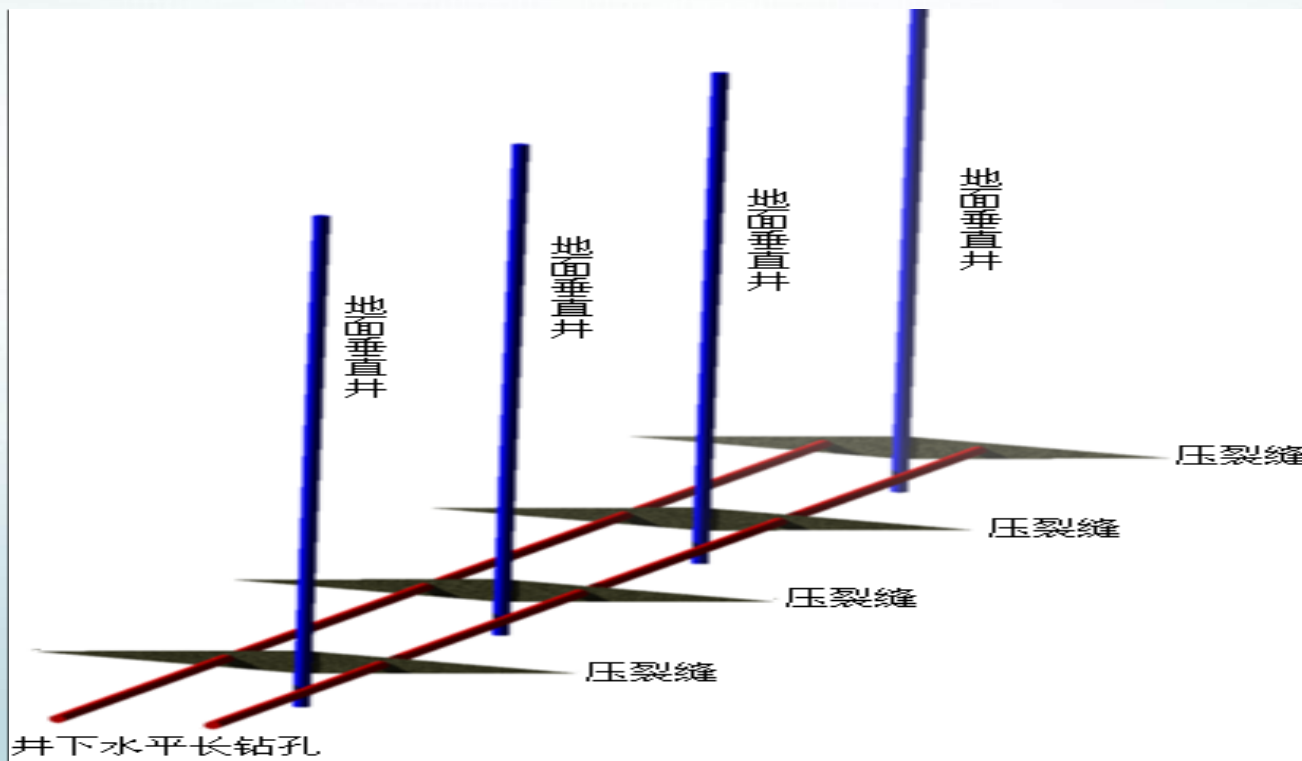


准备区

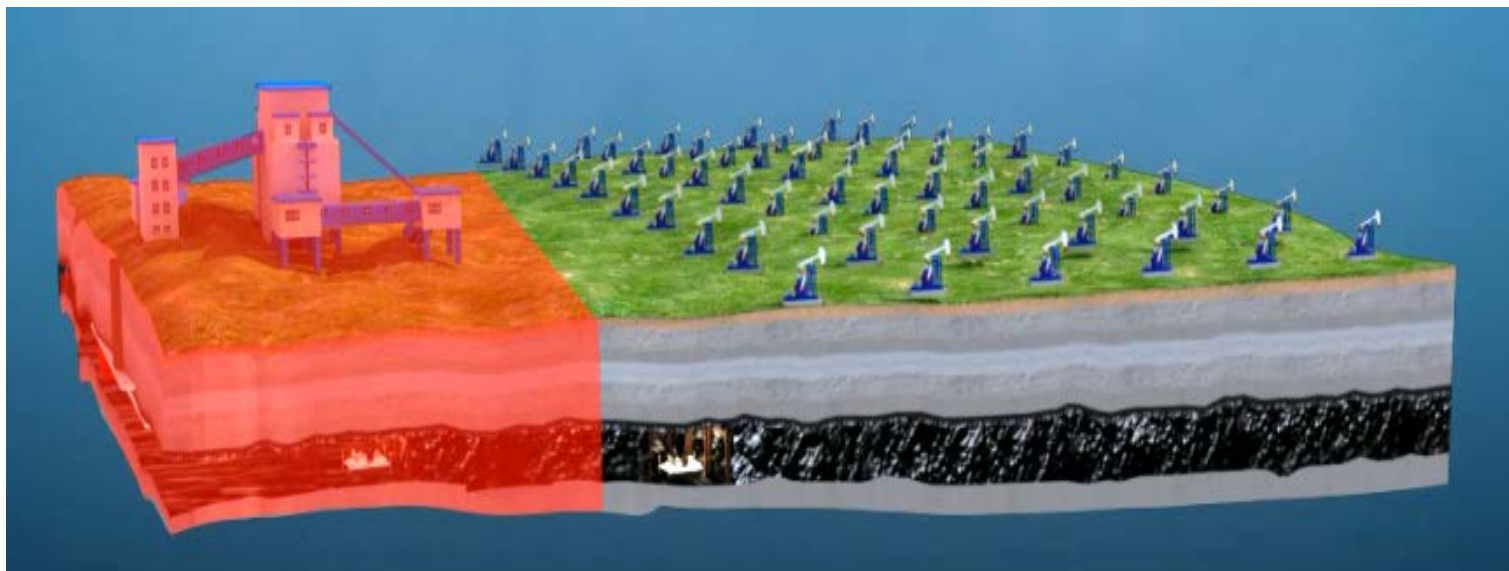
3—5年内即将进行回采——

发挥“**地面压裂工艺**”与“**井下定向长钻孔**”两种技术的**优势叠加**，采用**地面与井下联合立体抽采**新工艺进行**预抽采**，大幅度提高抽采效率，缩短抽采达标时间。

实行井上下联合抽采，加速瓦斯抽采进程



地面压裂工艺与井下定向长钻孔工艺技术优势相结合



生产区

煤炭生产矿井**现有生产区域**——

地面钻井**实施采动区、采空区抽采**，井下继续**布置顺煤层钻孔**，有效降低煤炭采掘过程中的瓦斯涌出量，消除**因瓦斯赋存的非均质性而留下的薄弱点**，强化最终的瓦斯抽采效果。

▲ **煤炭生产区**，虽然已经实现了区域抽采达标，但为保障煤炭安全高效生产，仍然需要进行本煤层钻孔抽采。

▲ 同时，**采动区煤层气地面抽采技术**也可应用于生产区，提高煤层气抽采率。



A solid blue square located to the left of the section header.

四、晋煤集团煤层气综合利用概况

晋煤集团煤层气综合利用概况



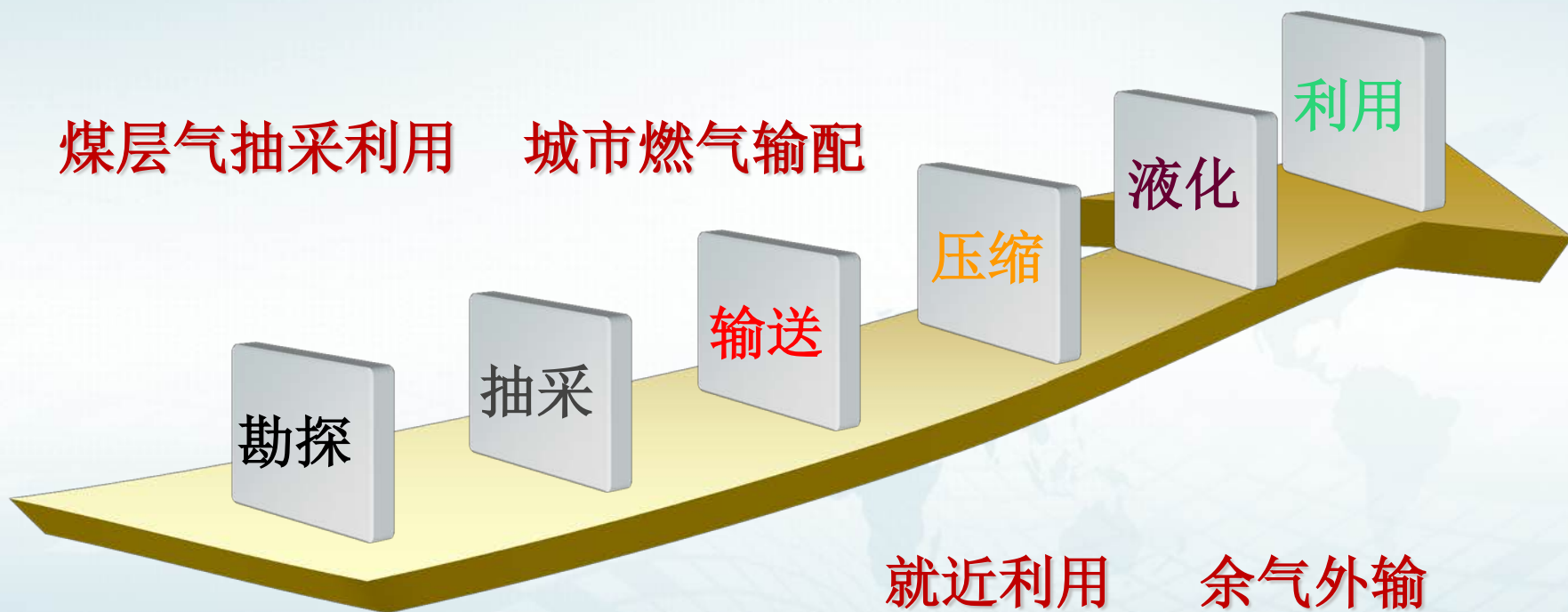
经过20多年的建设与发展，晋煤集团已建成相对完备的煤层气**输送**（管道、LNG、CNG）和**利用**（发电、民用、工业用、车用等）产业链，目前从业人员约有11000人。



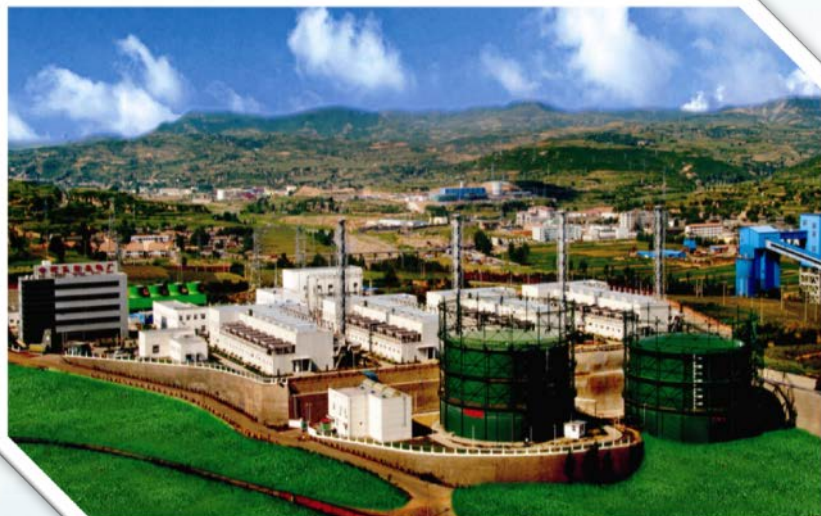
CNG运输

LNG运输

管道输送



- 近十年来，累计抽采煤层气**140.47**亿立方米
- 利用煤层气**84.18**亿立方米，形成了全国最大的煤层气利用市场



120MW瓦斯发电厂



瓦斯发电厂机组

- 形成总装机**101台**、**199兆瓦**的瓦斯发电集群
- 年利用低浓度煤层气**3.5亿**立方米

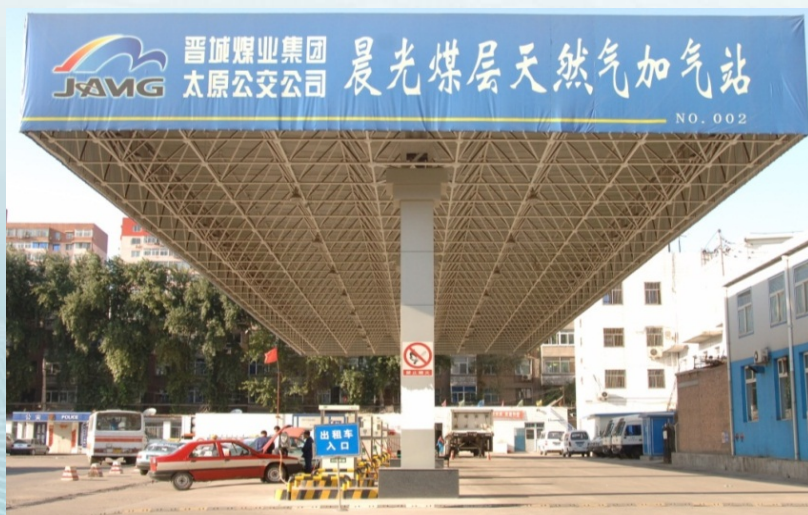
➤ 现已覆盖太原、晋城、
长治、晋中、临汾等
地区

➤ 燃气居民用户达**100余**
万户



构建覆盖山西省各市、县的**燃气网络**，可满足全省所
有县级以上城镇人口的用气需求

- ▶ 在山西及河南等地已建成**24**座煤层气加气站
- ▶ 拥有**300**余辆煤层气运输专用槽车，**2万**多辆燃气及油气两用汽车用户



规划在山西省

建设100座加气站



- 已实现向陶瓷、玻璃、钢铁等企业提供煤层气、天然气等清洁能源，工业用户**3300**余户
- 打造金属镁深加工基地，实现煤层气就地转化利用



煤层气液化厂



煤层气压缩

- 山西易高公司、天煜公司LNG生产能力达**120万**立方米/天，产品已销往山西、河南、河北、江苏、浙江、上海、广东等省市
- CNG生产能力达100万立方米/天

在今后的生产实践中，我们将积极借鉴国内外兄弟单位的先进经验，产学研用相结合，积极探索新型、适用的煤与煤层气安全高效协调开发技术，努力为我国煤炭工业和煤层气产业的健康发展，做出新的更大的贡献！



谢谢!