

# 发挥资源优势，加大清洁高效利用， 促进煤炭企业转型发展

张绍强

(中国煤炭加工利用协会, 北京 100713)

**摘要:** 论述了煤炭在我国能源结构中的主体地位及其对国民经济发展的重要性, 介绍了近十年来我国煤炭清洁高效利用所取得的主要成绩; 提出为适应我国经济社会绿色、低碳发展, 要加快煤炭企业转型发展, 进一步促进煤炭的清洁高效转化。

**关键词:** 煤炭; 清洁高效利用; 高效转化; 转型发展

**中图分类号:** TQ53   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1005-8397(2016)05-0001-05

煤炭是我国的优势资源和基础能源, 为我国改革开放三十多年来国民经济保持长期较高速度的增长提供了可靠的廉价能源支撑。随着社会的发展, 煤炭行业单纯依靠上规模、扩产能的外延式粗放发展日益受到生态环境的制约, 已经难以适应新形势发展的需要。大量煤炭直接燃烧和简易的污染控制设施是造成近几年雾霾天气频繁出现的重要原因, 生态环境倒逼我们必须切实进行煤炭清洁高效利用。在国家“十三五”规划纲要中, 已将“煤炭清洁高效利用”列为未来 100 项国家重大工程项目之一, 并位列第 8 项, 充分说明推动煤炭生产和消费革命已经刻不容缓。

大量示范工程和利用实践充分证明煤炭是可以清洁高效利用的。我国原煤生产矿井大多位于中西部偏远地区和山区, 虽然原煤生产也会造成一些生态环境问题, 但都是矿区局部的, 波及不到全国性大范围。造成燃煤严重污染的主要原因是消费侧燃煤数量过于集中、使用方式不科学、消费布局不合理、燃煤污染物末端控制措施过于

简易低效、监管监控不到位。在 2016 年 3 月召开的“两会”上, 国家环保部主要领导曾指出, 过去人们一提到煤炭就感觉很脏, 现在要为煤炭正名, 煤炭清洁利用可以达到比公认清洁燃料天然气更环保的水平。控制燃煤污染的核心是如何清洁生产、如何清洁利用, 作为煤炭生产者和提供商, 除要做好自身的清洁生产工作外, 更要积极主动参与到煤炭清洁高效利用工作中, 大力宣传、积极支持、主动开展煤炭清洁高效利用工作。因为用户有选择清洁能源的余地, 而煤炭行业却没有选择的可能。煤炭企业必须加入到煤炭清洁高效利用全过程, 必须向以煤为基、产品清洁多元、效益最大的“清洁煤炭+清洁电能+清洁热力+清洁油气+清洁化学品+清洁利废建材一体化的清洁能源综合体”方向转变。

## 1 煤炭在我国能源结构中的主体地位难以改变

(1) 在我国一次能源矿产资源中, 煤炭最为丰富。富煤、贫油、少气的资源禀赋决定了煤炭

收稿日期: 2016-05-04   DOI: 10.16200/j.cnki.11-2627/td.2016.05.001

作者简介: 张绍强(1963—), 男, 重庆綦江人, 2002年毕业于中国矿业大学管理科学与工程专业, 博士研究生, 世界选煤大会中国委员, 中国煤炭加工利用协会理事长, 中国煤炭工业协会洁净煤与综合利用部主任、选煤分会会长, 高级工程师。

引用格式: 张绍强. 发挥资源优势, 加大清洁高效利用, 促进煤炭企业转型发展 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2016(5): 1-5.

的基础能源地位。我国煤炭资源储量超过 5.9 万亿 t, 截止目前探明储量 2.3 万亿 t, 占一次能源资源总量的 94% 以上, 而石油、天然气资源总量不足 6%。长期以来, 在我国一次能源生产和消费结构中煤炭的占比都在 75% 左右。虽然近些年因为大气污染治理和低碳经济发展的需要, 国家一直在竭尽全力发展新能源和可再生能源, 但其生产和消费总量占比仍然很低, 进展比较缓慢。

(2) 煤炭安全高效开发技术日臻成熟, 生产效率大幅度提高。近 10 a 来, 煤炭工业坚持科技引领、创新驱动, 煤炭高效开采和安全保障技术水平大幅度提高, 全国已经建成安全高效矿井数百处, 建成投产了 53 处年产千万吨级矿井和年产千万吨的综采工作面, 综采机械化程度超过 85%, 年产亿吨级煤炭企业达到 9 家。重特大恶性安全事故率大幅度降低, 2015 年百万吨死亡率已经下降到 0.162, 比 2010 年下降了 80%, 大中型煤炭企业已经基本形成了全新的安全高效生产局面。全国煤炭产量由 1990 年的 10.8 亿 t 最高达到 2013 年的 39.7 亿 t, 23 a 间产量增长了近 4 倍, 煤炭安全高效开采局面已经基本形成, 煤炭的供应保障能力已经不是主要问题。

(3) 煤炭是所有能源矿产资源中生产和消费最经济、最廉价的能源品种。与石油、天然气等相比, 按同等热值折算, 煤炭的消费成本大约只相当于天然气的 1/3, 相当于汽柴油的 1/8~1/9, 比风能、光伏、核能等新能源的消费成本更低。我国实体经济中高耗能工业占比较大, 低廉的能源消费价格是增加产品竞争力的关键因素, 基础能源价格上涨将大大挤压产品的利润空间, 削弱产品竞争力, 并会带动全社会商品价格上涨。全面放弃低廉的煤炭这一能源品种并不现实。

(4) 我国人口众多, 经济体量巨大, 对能源的消费需求已经很大, 随着国民经济的进一步发展和人民生活水平的进一步提高, 能源消费总量还要增加。2015 年我国石油、天然气产量的总和仅相当于 4.7 亿 t 标煤, 所有已开发利用的水电、风电、太阳能、核能等新能源和可再生能源总和 (非化石能源) 仅相当于 5.2 亿 t 标煤, 两者合计仅相当于 14 亿 t 商品煤, 但我国 2015 年能源消耗总量达 43 亿 t 标煤, 相当于 60 亿 t 商品煤。

我国的水电资源大多已经被开发利用, 核能所需的铀矿资源十分有限, 相差的 46 亿 t 商品煤能源, 脱离实际的幻想靠进口油气、靠风能、太阳能等这些不稳定的新能源全部替代是不可能的, 新能源难以在短期内大规模替代煤炭。

## 2 我国煤炭清洁高效利用成绩显著

由于煤炭大规模直接燃烧引起的污染问题事实存在, 而且越来越严重, 煤炭清洁高效利用是唯一的选择。煤炭行业和不少其他用煤行业都或多或少的在开展煤炭清洁高效利用和污染物排放治理工作。煤炭清洁高效利用的理念逐步深入人心, 各种技术在不断发展, 治理机制在不断完善, 贯穿于煤炭生产、流通、转化、利用全过程的煤炭清洁高效利用技术体系正在快速形成。

改革开放以来, 特别是近 10 a 来, 我国煤炭清洁高效利用走出了一条全新之路, 成绩斐然, 已经形成了具有我国特色的煤炭清洁高效利用发展道路, 发展路线图和措施、步骤已经明确。

第一步, 原煤清洁化、均质化的选煤新工艺、新技术、新装备快速发展, 为煤炭清洁高效利用创造了较好的基础条件。目前, 我国已成功研制出具有自主知识产权的大型  $\phi 1\ 500\ \text{mm}$  三产品重介质旋流器、大型机械搅拌式和喷射式浮选机、 $\phi 6\ 000\ \text{mm}$  微泡浮选柱、 $\phi 1\ 500\ \text{mm}$  卧式振动离心脱水机、 $2\ 500 \times 2\ 500$  自动快开隔膜压滤机、 $\phi 1\ 500\ \text{mm}$  高效磁选机、大型选择性破碎机、新一代空气重介干法选煤和大型全粒级复合式干法分选成套技术与装备。2015 年我国原煤入选率达到 65.9%, 入选能力超过 25 亿 t, 当年入选总量超过 24 亿 t, 实现脱硫、降灰、脱水, 商品煤质量得到了大幅改善和提高。

第二步, 燃煤电厂超低排放发电和节能升级改造全面发展。目前, 我国单机容量 200 MW 以下的燃煤机组已经全部淘汰, 600 MW、1000 MW 等级的超超临界大容量高效燃煤机组成为主力, 煤耗最低达到标煤 272 g/(kW·h), 能效超过 45%。在此基础上, 全面实施超低排放改造和建设, 实现燃煤发电大气法定污染物排放达到天然气发电的大气污染物排放限值标准, 目前已有不少示范改造机组的大气污染物排放优于天然气

发电排放限值标准，燃煤发电的清洁化程度可以相当于天然气发电的清洁化程度，而平均治理成本增加值不足0.02元/(kW·h)分钱人民币，比直接改用天然气发电成本低20多倍。我国单机容量300 MW循环流化床低热值煤发电装备已全面实现商业化，600 MW超临界循环流化床锅炉正在示范运行，其超低排放发电也同样取得成功，为原煤洗选后副产的洗矸石、煤泥等低劣质废弃物燃料综合利用找到了一条清洁化利用之路。

我国发电用煤占煤炭消费总量的一半，通过超低排放燃煤发电，可以使我国这50%的煤炭消费实现清洁高效转化。随着发电用煤占比的不断提高，煤炭清洁化利用比例也将随之提高。根据未来能源品种消费的发展需求，电能将是最主要的能源品种，并将大量替代煤炭直接散烧，如果未来我国电煤消费占比能达到75%~80%，通过集中清洁高效转化，我国煤炭清洁化利用程度将大大提高。

第三步，积极探索和发展现代煤化工技术，煤制油、煤制气、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制甲醇二甲醚等清洁燃料和化工品，为煤炭清洁高效利用和集中转化找到了新的发展道路，开拓了新的发展空间。我国油气资源和油气化学品紧缺，对外依存度不断提高，石油对外依存度达到62%，天然气对外依存度超过32%，而且还有进一步扩大的趋势，已经影响到国家的能源安全和外交、国际政治、军事以及国际大宗油气交易的市场变化。通过现代煤化工技术手段，把我国丰富的、已经能够安全高效开采的煤炭资源清洁高效转化为部分清洁的油气产品和油气化学品，无疑对提升国家能源安全保障和国际油气及油气化学品进口的议价能力具有重要作用，现代煤化工具有广阔的发展空间。

近10 a来，在引进技术的基础上，我国自主研发的大型先进煤气化技术和各种合成、变换、分离提纯和催化剂技术得到全面发展，进入世界领先行业。包括大型多喷嘴对置式水煤浆气化技术，大型干粉气流床气化技术，大型碎煤加压气化技术，大型高硫煤、低质煤、高灰熔点煤气化技术，大型空分、直接液化、间接液化、煤油共

炼制油、煤制甲醇制油、低阶煤分质分级利用制油制气，煤制天然气、煤制烯烃、煤制芳烃、煤制乙二醇、煤制甲醇二甲醚、大型粉煤制合成氨尿素等技术，都已研发成功并投入商业化示范和升级示范运行。煤化工污水和废弃催化剂处理也取得长足进展，煤化工水耗大幅度降低，以煤制烯烃为例，吨产品水耗从最初的30多吨降低到目前的6~7 t。现代煤化工能效也有所提高，煤制油、煤制气能效大大超过燃煤发电能效。目前现代煤化工示范和升级示范项目仍在不断改进和优化，相信通过一段时间的持续发展和科技创新，对现代煤化工示范项目中发现的一些问题一定会找到新的解决方案，现代煤化工工艺技术和装备将逐步完善，能效更高、排放更低、水耗更少，将不断推动现代煤化工产业的进一步发展，同样能够实现对部分煤炭的清洁高效集中转化。

第四步，针对大量工业窑炉、城市供热供暖锅炉燃煤污染问题，已经创新性的研发成功中小煤粉型工业锅炉。高效煤粉工业锅炉系统燃烧效率达到92%以上，比目前大量使用的链条炉燃烧效率提高约30个百分点，节能量达到30%以上。锅炉烟气通过超低排放改造和配套建设，除可满足工业锅炉大气污染物排放国家标准要求外，同样可以实现超低排放，达到燃气锅炉的排放清洁化水平，而总成本比改用燃气的消费成本低得多，使用同样便捷，自动控制，无人值守，可以从根本上控制工业锅炉的燃煤污染问题。由于工业锅炉量大面广，需要监管到位，严格执法来加以促进。

第五步，针对民用散煤燃烧污染问题，虽然燃煤总量和占比都很小，总量不足2亿t，但民用散煤燃烧涉及千家万户，而且大多是经济承受能力较差的广大农村地区和城乡结合部的低收入弱势群体，灶具炉具落后，烟气低空直排，虽然污染总量不大，但对低层大气环境的影响十分严重。对这部分燃煤污染的控制，已经开发出各种消烟型清洁燃料，如干馏半焦块、焦末成型燃料、无烟煤以及秸秆成型燃料等低污染物排放的替代燃料和相应的高效炉具、灶具。在具备条件的地方，大力推广“以电代煤”、“以气代煤”，加大风电、光伏光热、沼气、地热等分布式能源

的供应,通过多策并举,大幅度消减散烧污染。

所有这些工作,为我国煤炭清洁高效利用提供了坚实的基础,利用方向、道路和政策措施更加明确,只要持续坚持下去,我国煤炭清洁高效利用的问题必将得到很好的解决。

### 3 适应我国经济社会绿色、低碳发展趋势,加快煤炭行业转型发展

虽然煤炭是我国既丰富又廉价的基础能源,但是随着我国经济社会“新常态”的发展,对清洁大气、碧水蓝天提出了新要求,降低煤炭消费比重的大趋势已基本形成共识,这对我国煤炭工业的发展提出了严峻挑战。

当前,我国煤炭生产集中度仍然偏低,大小矿点仍有一万余处;安全生产重特大事故偶有发生、安全保障能力不足、科学产能占比较小;产品结构单一、煤炭产品不能完全满足各种用户对商品煤品质和规格要求、煤炭产品清洁化程度低等问题依然存在,特别是近三年多以来,宏观经济“三期叠加”、煤炭工业“四期并存”,煤炭经济形势一路下滑,跌入全行业亏损的低谷之中,主观期望的形势反转还遥遥无期。从生产侧看,还有许多需要加强的工作要做。但是,目前我国煤炭产能建设已经接近57亿t,大大超过市场的需求,产能绝对过剩已经是不争的事实。通过多策并举,化解过剩产能是当务之急,控制盲目扩张、无序发展,可能将煤价逐步恢复到一个相对合理的水平,能够维持简单的再生产,再要进一步通过扩产获得发展已无多少空间,发展规模已经被“固化”。煤炭企业要想进一步发展,加快产业转型和产品结构调整是唯一的选择,转型的路径和发展方向必须切合煤炭清洁高效利用的大趋势、大潮流,并积极主动参与其中,依据前述我国煤炭清洁高效利用的五个步骤和方向,结合自身优势寻找自己的切入点,才会发现新的机会,实现转型发展才更容易成功,那种选择与自身优势毫不搭界的转型思路是难有作为的。

煤炭企业实现转型发展,必须做好以下工作:

(1)抓紧贯彻落实《国务院关于煤炭行业化解过剩产能,实现脱困发展的意见》 [国发

(2016)7号]精神,认真清理过剩和落后产能,控制产能规模与消费规模的同步协调,尽快实现供需平衡。那种期待别人关停让出市场自己超产抢占市场的思维是自私的、狭隘的,是不顾大局、散沙似的自杀行为,最终伤害的是自己。仍然追求单一煤炭产品的发展模式已经难以为继,煤炭企业必须提高认识,加强自律,主动参与控制产量的无序增长。

(2)深刻领会习近平总书记关于能源的“四个革命一个加强”的精神实质,在努力推进煤炭供给侧结构性改革的过程中,煤炭企业要从单一的煤炭生产者向多种清洁能源和原材料综合供应商的角色转变,市场经济是过剩经济,必须以市场为导向,以需求为目标,转变身份和角色,改变单一生产者的身份,转变成为供应和服务提供商的角色,发展优质服务和定制服务,增加和延伸服务供应内容,实现健康可持续发展。

(3)用好用足各种政策,顺应发展趋势,做好顶层设计,认真领会国家近期颁布的《关于发展煤电联营发展的指导意见》,抓住机遇,积极推动煤电联营和煤电一体化、煤化电热一体化的循环经济发展模式,立足煤炭资源的自身优势,发展多元化适销对路产品,才能引导和满足需求,稳定市场空间。特别是在煤电装机规模日渐过剩的未来时期,以资本和资源为纽带加强存量联合是优先选择。

(4)根据多方对我国能源需求的预测分析,一致认为煤炭的消费增长预期较低(大多认为不会超过2%),虽然总量上可能还会有一些增长,但是由于碳减排的压力和低碳经济的进一步发展,煤炭消费增长受到抑制,未来我国能源消费增量的主要品种是清洁能源,煤炭消费占比会持续下降,如何做好消费存量是重中之重。煤炭“高碳能源低碳利用”将是煤炭工业未来必须面对的一项艰巨任务。提前布局碳捕捉、碳循环利用、碳汇、碳资产、碳交易、碳市场等涉碳技术研发、技术推广和示范应用工作可以抢得先机。

(5)要随时跟踪关注与能源相关的科技创新,诸如电炒锅的改进和生活习惯的改变将替代炊事用天然气(包括液化气、LNG),电动汽车将减少对油料的消费,石墨烯等新型电池技术将大幅度

减少对稳定发电的要求，核聚变能的商业化进程将可能取代其他一次能源，这些领域的每一种技术进步都与煤炭的消费需求息息相关，而且都是负面的影响，只会降低对煤炭的需求。作为煤炭生产行业必须与时俱进，未雨绸缪，才能立于不败之地。

#### 4 多措并举，实现煤炭清洁高效转化

2016年是“十三五”的开局之年，“十三五”是我国能源转型发展的重要战略机遇期，我国煤炭行业将全面实施创新驱动发展战略，努力实现煤炭清洁高效低碳利用。

(1)加快推进煤炭洗选比例的提高，提高煤炭产品质量。根据煤炭工业“十三五”发展要求，到2020年我国原煤入选率要达到80%以上，除褐煤外的其他煤种入选率要达到90%以上。要以“两化融合”为手段，逐步实现大型选煤厂智能化、信息化，提高大型选煤关键设备可靠性和自适应智能调节水平，发展节水型、少煤泥型和高效干法选煤技术，发展选煤厂工艺灵活性自动调节技术，建设智能化运行监控及信息化管理系统等。

(2)继续科学有序、积极稳妥发展现代煤化工，实现煤炭由单一燃料向燃料与原料并重转变。在“十一五”以来示范和升级示范项目的基础上，加强总结、标定和分析研究，优化系统布局和耦合，进一步降低能耗、水耗以及污染物排放，提高煤炭清洁高效转化效率。

(3)发展煤炭分质梯级深加工高效利用，充分挖掘煤炭的价值潜力，增加附加值。在积极优化和改进提高现代煤化工升级示范的同时，加大煤炭分质分级利用的科技攻关力度，力争到2020年实现单线百万吨级示范项目的突破。我国低阶煤储量占总储量的55%以上，要深入研究低阶煤的特性，充分挖掘其价值潜力。根据相关资料和试验研究，低阶煤活性组分较高，仅以气化和燃烧为主的利用方式，其内在功能优势没有得到充分发挥。以中低温热解为龙头的低阶煤分级提质技术，可以在不耗水的前提下获得大量油气高附加值产品，同时对低阶煤进行消烟净化和清洁

化，对发挥资源优势，提高资源附加值，节能减排都具有现实意义。

国家能源局颁布的《煤炭清洁高效行动计划(2015—2020年)》中，要求争取到2017年取得低阶煤分质分级梯级利用技术工艺的重大突破，2020年建设一批百万吨级的低阶煤分质分级利用示范项目。目前已有数十种低阶煤分级提质技术工艺，但很少能实现大规模工业化长周期稳定运行，因此低阶煤分级提质的关键技术还有待突破。

(4)努力发展超低排放燃煤发电，加快现役燃煤机组升级改造。同时，积极开发分布式能源及燃煤发电富氧燃烧和高浓度CO<sub>2</sub>烟气碳循环利用技术(CCUS)，以满足多种发电方式和不同用电量、不同可靠性的差异化需求，降低大气碳排放。煤矸石低热值煤综合利用发电也要完成超低排放升级改造。

(5)实施燃煤工业锅炉改造提升工程，推广应用高效节能环保型煤粉工业锅炉。热电联产、集中供热供暖燃煤锅炉超低排放改造是重点工作。10蒸t/h及以上的工业锅炉和窑炉，如果难以采用燃气和电能替代，力争全部改造为煤粉型工业锅炉并配备超低排放控制设施，10蒸t/h以下分散的小锅炉，通过采用电加热、燃用天然气等措施彻底解决工业锅炉燃煤污染问题。

(6)对小城镇和广大农村地区，集中供热和燃气管网不能覆盖的民用分散用能需求，大力推广采用电能、新能源或洁净煤。大力发展烟煤消烟、超低硫无烟块煤、洁净型煤等清洁燃料和新型高效灶具、炉具，置换民用散煤，大量消减民用散煤排放污染。

#### 5 结 语

煤炭清洁高效利用直接关系到国家能源安全、煤炭工业的转型升级发展，关系到人民群众美好宜居环境的建设。虽然任务非常艰巨繁重，但方向明确，前景光明。只要我们齐心协力、集中力量、联合攻关、长期坚持、切实落实，大力推动煤炭清洁高效利用，努力减少燃煤带来的环境污染，绿色发展、和谐发展的目标就一定能够实现。