

中国洁净煤技术
发展研讨会

论文选集

ANTHOLOGY OF SYMPOSIUM ON THE
DEVELOPMENT OF CCT IN CHINA
BEIJING, 11-12 March 1994

中国煤炭学会
中国能源研究会
1994年3月
北京

中国洁净煤技术发展研讨会论文选集

中国煤炭学会
中国能源研究会
1999

前 言

环境与发展是当代人类的主题。我国是世界上最大的产煤国和耗煤国。煤炭在为我国发展经济作出巨大贡献的同时,也带来一系列开发利用的环境污染问题。80年代以来,一些发达国家相继推出洁净煤技术,其发展越来越引起国际社会的重视。不同国家根据本国情况采取有区别的洁净煤技术发展政策、措施。为了探讨符合我国国情的洁净煤技术发展途径,促进其快速有效发展,中国煤炭学会与中国能源研究会,于1994年3月11~12日,在北京联合召开“中国洁净煤技术发展研讨会”。中国科学院、清华大学、浙江大学、华东理工大学、太原工业大学、东南大学、中国矿业大学与北京研究生部、煤炭科学研究总院与有关分院、所等单位的专家、教授,国家计委、国家经贸委、国家科委、中国科协、国家环保局、煤炭部等部门的领导,学会、研究会等方面的专家,共80多人参加会议。研讨会收到论文31篇,其中26篇在会上进行了宣读、讨论。

研讨会得到国家计委、国家经贸委、国家科委、国家环保局、中国科协、中国科学院、煤炭部的很大重视和支持,很多领导还亲临研讨会并就如何发展我国洁净煤技术发表了重要讲话,其主要精神按在开幕式、闭幕式上的讲话顺序摘述如下:

国家科委黄齐陶副主任:会议非常重要;要从能源与环境协调发展和高效、洁净更好地利用煤炭两个角度来看待洁净煤技术;要把它作为大的系统工程来组织协调发展;制订好国家洁净煤发展规划,要把这次会议意见吸收进去,打好基础;要加强宣传力度,各部门各地方都要知道发展洁净煤技术的重要性,以更好协调发展。

中国科协高振宁副主席:全国165个学会,主要是开展学术交流,通过研讨形成见解、建议,它是参政、议政的重要方面;现代的技术问题,往往是多学科、综合性问题,不同行业不同专业的专家聚在一起探讨同一个问题,非常重要,这个会议开得好;借鉴国外经验要结合中国国情;要把节能—洁净煤与发展经济结合起来。

煤炭部范维唐副部长:代表煤炭部祝贺会议召开;煤炭为人类贡献了温暖和光明,同时也影响、破坏了人类生存的生态环境;近代石油以洁净、方便取代了煤炭,不久煤炭又将成为主要一次能源;要借鉴别人经验,要根据中国国情发展自己的洁净煤技术,我们要解决问题的范围比美国宽,难度也比较大;煤炭部党组决定把发展洁净煤技术作为今后一个时期的科技战略主攻方向,要集中资金、人力发展洁净煤技术。

原经贸部周宣诚副部长:这次会议突出了中国洁净煤的特点,与美国不一样;希望在土焦、选煤、型煤、水煤浆、矸石与劣质煤、城市煤气化、发电、液化、磁流体发电、燃料电池方面召开专题小会,进一步研究;发展中国洁净煤技术要加强领导,计委牵头;要在引进基础上联合攻关成果共享。

国家科委石定环司长:已经确定由计委牵头制订“中国洁净煤计划”;要把科技—经济、产业—科研—高校、国内攻关—国际合作、技术—法律法规诸方面结合起来考虑。

国家计委叶青副主任:三委联合制订“中国洁净煤发展规划”;能源、环境是制约发展的因素,大量用煤带来燃烧问题、环境问题,燃烧问题不仅要考虑电站还要考虑我国用煤面广的特点;规划要考虑:①从国家目前实际出发,逐步跟上国际洁净煤发展趋势;形成近期实用技术—国际现行高新技术—发展中的高新技术并用的多层次技术体系;不同地区采用不同技术实现环保要求;②自己研制—开发—生产与引进—消化—吸收—创造相结合;利用国外技术,加快自己开发,充分利用我们的成果转化生产为生产力;③国内科研—教育—生产结合在一起,有目的、有规划、有重点地开发,尽快实现商品化;在政策、经济、组织上要创造条件;④三委联合煤炭等部门,在研讨会基础上,再开一、二次研讨会,尽快形成中国洁净煤技术发展规划,形成中国自己的路子,把路走得更好。

煤炭部科教司胡省三副司长:我国煤炭消费结构不同于国外,洁净煤重点也不同;洁净煤研究起点不同,研究内容也不一样;可分为加工、转化、燃烧和煤炭开发中的污染控制;我国煤质特点是难选煤多、高硫煤多、高灰煤多。

在讨论过程中,原国家经委赖坚局长就鲁南化肥厂进口德士古炉的运行效果和国内开发前景以及 IGCC 使用煤泥的效益问题,作了专题发言。

研讨会结束后,中国煤炭学会与中国能源研究会,深入研究与会领导和专家们的意见并以此为基础提出了“关于发展中国洁净煤技术的建议”上报国家有关领导部门,供制订国家发展洁净煤技术规划和采取重大措施参考。

为有利于促进中国洁净煤技术的发展、进一步扩大学术交流范围和提高对发展洁净煤技术重要性的认识,特将在“中国洁净煤技术发展研讨会”上宣读的论文、会议开幕词、闭幕词和中国煤炭学会与中国能源研究会提出的“关于发展中国洁净煤技术的建议”一并编印成《中国洁净煤技术发展研讨会论文选集》。

由于时间较紧,工作水平有限,选集中存在的不足,恳请读者批评指正。对诸位作者、编辑和印校人员的支持和合作表示诚挚的谢意。

中国煤炭学会
中国能源研究会

关于发展中国洁净煤技术的建议

中国煤炭学会和中国能源研究会,于1994年3月11日至12日,在北京召开中国洁净煤技术发展研讨会。国内有关行业、部门的40多个单位近80位专家、教授参加了会议,并发表了学术论文29篇,特别是从我国实际情况出发,对发展具有我国特色的洁净煤技术提出许多好的意见、好的建议。现将有关的建议归纳整理如下,以供有关部门参考。

1. 我国煤炭产量和消费量都居世界第一,是世界上少数几个以煤为主要能源的国家,在短期内也不会有大的变化。因而,对发展洁净煤技术应给以足够的重视,建议分别列入“九五”国家重大科技攻关和技术改造计划,投入较大的资金。

2. 我国煤炭消费结构呈多元化格局。美国(87%)英国(76.3%)、加拿大(96.6%)、德国(63.5%)主要用于发电,而我国发电用煤仅占煤炭消费的31%,工业和取暖锅炉、民用、冶金用煤分别占30%、20%、8%。因而,建议针对我国多元化的终端用户,发展适用的洁净煤技术,并与节能技术、改变煤炭单一产品结构结合起来。

3. 我国煤炭资源有其不同的特点,例如难选煤多,高灰、高硫煤的比重大,大部分煤炭含灰分25%以上,平均17.6%;高硫煤(硫分占2%以上)占12.78%,平均含硫分1.11%,西南地区煤中含硫分2.43%,重庆市燃煤中含硫分3.24%,而且今后还有增长的趋势。因而,研究洁净煤发展的技术路线,要从我国煤质的特点出发,借鉴美国等西方发达国家技术发展的经验。

4. 我国煤矿矿点多,包括地方、乡镇煤矿达8万余个,分布在1349个县,煤炭开发对矿区、乃至我国的整个环境造成了严重污染。同时,洁净煤技术起点比国外低,例如,煤炭洗选程度低(仅占18.4%,国外一般在42%~100%),煤层甲烷利用程度低(年释放量约60亿 m^3 ,利用率仅7%~8%,美国达到90%以上),炉窑的燃烧方式也不同,美、日等国以粉煤燃烧为主,我国以层状燃烧为主。因而,建议我国洁净煤的技术,应包括煤炭的洁净开采和污染控制。

综上所述,从我国的实际出发,洁净煤技术的发展、建议体现以下基本内容:

1. 宗旨:提高效率、减少污染、促进发展。

2. 目标:发展经济、有效、实用的新技术,实现保护环境、节约能源、资源综合利用和减少煤炭开发和利用中的污染;为煤炭企业改变单一产品结构、扭亏增盈提供技术支持。

3. 原则:①环境与发展统一,社会环保效益与经济效益并重;②高效、节能、控制污染要贯穿在煤炭开发和利用的全过程;③要针对多元化的煤炭消费结构,以煤炭高效洁净利用为基点,发展适用于不同用户的、多层次的先进实用技术;④以发展洁净煤技术为契机,使之与改变我国煤炭单一产品结构、提高经济效益结合

起来。

4. 框架: 洁净煤技术应包括 4 个领域: ①煤炭加工——先进、实用的选煤技术; 型煤技术; ②煤炭转化——煤炭气化、煤的干馏; 煤炭液化; ③煤炭燃烧及后处理——IGCC; PFBC 及中小工业锅炉流化床燃烧技术(燃烧低热值煤、煤泥、煤矸石等); 水煤浆技术; 燃烧中的固硫技术; 烟道气脱硫技术; ④煤炭开发利用中的污染控制——煤层气资源开发利用; 固、液态废弃物的洁净处理和利用; 炼焦厂、水泥厂、化肥厂等污染控制技术。

5. 措施: ①加强领导, 统筹规划。洁净煤技术是一个大的系统工程, 涉及的技术领域多、部门多, 投入大、周期长, 需要一个综合部门加强领导。②编制一个发展规划, 规划中要突出重点, 有限目标、抓好示范工程。

中国煤炭学会
中国能源研究会
1994 年 3 月 15 日

中国洁净煤技术发展研讨会致开幕词

潘惠正

(中国煤炭学会副理事长兼秘书长 北京 100013)

各位领导,各位专家:

中国煤炭学会和中国能源研究会共同召开“中国洁净煤技术发展”研讨会,这次会议得到有关领导部门和各方面的支持与关怀,今天欣逢各位领导和专家的来临,我们非常高兴和光荣。

煤炭是世界一次能源的重要组成部分。产业革命以来至1963年,煤炭一直占据着世界一次能源的首位,从1964年开始,石油在世界一次能源生产结构中的比重以0.68%超过煤炭,跃居首位。尽管如此,世界煤炭产量一直保持稳步上升的态势,从50年代初到80年代末,世界煤炭产量从18亿t增到48亿t,年平均增长率为2.6%,80年代以来平均增长速度略缓,为2.4%,但仍以每年净增1亿t的速度增长。进入90年代,由于世界社会政治经济形势的变动,煤炭生产在一些国家受阻,产量下降,1993年大体产煤45亿t左右。近30年中,世界煤炭在生产与消费结构中的比重约保持在30%左右,对世界经济的发展起着举足轻重的作用。以1991年为例,煤炭在一次能源消费结构中的比重美国为23.1%,德国为33.2%,英国为30.6%,欧共体为22.4%,此外煤炭一直是冶金、化工、建材等行业重要的燃料或原料。国际上有关专家和学者预测,在未来20~30年内,世界能源供应将重新回到以煤为主的时代。

煤炭在为世界经济发展作出巨大贡献,但在其开发和利用过程中也带来一系列环境污染问题,尤其在温室效应、酸雨、臭氧层破坏等全球环境以及煤烟型区域性污染方面,煤炭均产生了重大影响,危及生态平衡与人类生存。80年代以来,一些发达国家相继推出洁净煤技术,并越来越引起国际社会的重视,一些国家的政府,根据本国具体情况制定出洁净煤技术的发展途径与规划、计划,并组织实施。

洁净煤技术(CCT——Clean Coal Technology)一词原源于80年代的美国,是指减少污染和提高效率的煤炭洗选加工、燃烧转化和烟气净化等一系列新技术的总称。1985年美国 and 加拿大两国曾就两国之间跨国界的酸雨问题的解决途径进行谈判,于1986年1月正式提出建议,拟在美国耗资50亿美元,用5年时间进行商业规模的洁净煤技术示范,以解决燃煤引起的环境污染问题。1986年3月里根政府批准谈判代表的建议。1987年3月总统发布命令,扩大洁净煤技术计划,总共进行五轮的项目优选。截止1993年5月共优选出46个项目,到1993年底先后投入60多亿美元,由美国政府和工业界共同支持。优选出来的主要项目有:先进的选煤技术,先进的燃烧器,流化床燃烧,煤气化联合循环发电,煤炭气化,煤—油共炼,

烟道净化新工艺,以及炼焦厂、水泥厂等污染控制技术。这是一项耗资巨大的系统工程,由美国能源部直接负责实施。美国实施洁净煤技术的基本出发点是使煤作为一种能源应达到最大限度潜能的利用,实现释放污染物控制在最低水平,达到煤的高效能的转换,确保商业应用的可能。美国实施这项计划的基本做法是,把具有潜力的先进技术通过示范进入市场,因此优选示范项目的规模要有足够的普遍性和商业应用的前景。

由美国兴起的洁净煤技术,逐渐引起国际社会的普遍重视。欧共体决定每年投入几十亿美元,来控制煤炭燃烧的排污问题,英国成立了洁净煤技术的研究机构,日本于1991年制定的第九次煤炭政策中明确提出要“向洁净煤技术挑战”,1993年又在新能源综合开发机构中组建了洁净煤技术中心。我国政府对洁净煤技术也十分重视,80年代就做过专门的安排,投入一定资金和人力,取得一批成果,但与发达国家相比还有较大的差距。根据我国以煤为主的能源结构及其对环境的极大威胁的实际情况,近年来国家有关方面对洁净煤技术更为重视,正在组织力量编制中国洁净煤技术发展计划,煤炭部在1994年的工作会议上正式提出要把发展洁净煤技术作为今后一个时期的战略主攻方向。可以说,洁净煤技术正在全球范围内兴起,方兴未艾。

一种重大技术的产生和发展都有其客观的必然要求,都立足于具体的现实,都着眼于应用的前景。在研究我国洁净煤技术发展时,一方面我们要认真借鉴国外已有的经验,另一方面要充分研究我国的国情,以确定正确的我国洁净煤技术发展战略和途径。就我国的情况而言:

(1)煤炭是我国最重要的一次能源,资源丰富,赋存辽阔,在距地表1200m以内的保有储量就达9500多亿t,占一次能源探明总储量的90%,远远超过石油和天然气的探明储量;同时我国是世界上最大的煤炭生产与消费国。1993年产煤11.4亿t,煤炭在一次能源生产与消费结构中的比重分别达到73%与76%,这种结构在世界主要产煤国家中也居首位,而且今后相当长时期内煤炭作为最主要的一次能源的地位不会改变,预计2000年与2020年煤炭生产量将分别达到14亿t和21亿t,因此,煤炭在开发与利用中的清洁问题就更为突出。

(2)我国煤炭在开发过程中对煤中吸附甲烷的处理程度很低,随着煤炭开采而释放到大气中污染环境。甲烷是仅次于二氧化碳占第二位的重要温室气体,按质量计算,甲烷的温室效应作用比二氧化碳大几十倍,而且对温室效应的近期影响显著,甲烷还破坏臭氧层。专家们测算,全世界煤炭开采排放的甲烷占全部人类活动所导致的总散发量的10%。我国煤层甲烷资源丰富,据测算,在我国大陆煤田中甲烷蕴藏量达300000~350000亿 m^3 。目前我国每年由煤炭生产而释放的甲烷达60亿 m^3 ,占我国甲烷散发总量的29%,占全世界煤层甲烷排放总量的30%,而其中通过人工抽放并加以利用的仅3~4亿 m^3 ,处理程度相当低。美国对煤层甲烷的开发利用程度比较高,1992年煤层甲烷产量达134亿 m^3 ,同时生产矿井煤炭开采前的甲烷抽放处理率也高。因此,在研究我国煤炭洁净问题时,煤层甲烷的问题不能不予考虑。

(3)我国商品煤的洗选加工程度较低,提高商品煤总体质量是解决煤炭洁净

的当务之急,是煤炭优化利用的前提,是改善环境、提高热能利用效率的基础。1992年原煤入洗量20460万t,入洗程度仅18.4%(1992年产煤11亿t),远远低于发达产煤国家(1985年资料:美国42%,苏联42.88%,波兰49%,澳大利亚76%,日本95%,英国100%)。仅以1990年火电厂燃煤为例,中硫煤(含硫1%~2%)占39.7%,高硫煤(含硫>2%)占14.3%,两者达54%,1991年SO₂排放460万t,烟尘360万t,如经洗选把硫分降低到1%以下,污染将会大大减少。工业锅炉大量燃用原煤,末煤含量和灰分都高达25%~30%。如果原煤入洗量比现在提高1倍,一年可少排放SO₂约250万t。

(4)我国煤炭消费结构与发达国家明显不同。以1992年为例,煤炭用户用煤量的比例是:发电31%;工业与取暖锅炉30%;民用20%;冶金8%;工业炉窑3%;出口2%;其他6%。而美国87%(1991年)、英国76.3%、加拿大96.6%、德国63.5%的煤用于发电,我国发电用煤仅占煤炭消费量的1/3。因此在研究解决电厂用煤洁净的同时,还必须下大力量解决其他用煤的洁净问题。以工业锅炉(指≤65t/h,≤2.5MPa)为例,全国每年生产1.72万台、5.6万t/h,其中小容量(0.5t/h以下)占21%,目前全国有40多万台工业锅炉和取暖锅炉,除少数流化床锅炉有脱硫措施,其它的均未考虑,NO_x控制尚未提到议程。因此,耗煤量虽然与发电用煤相当,而SO₂与烟尘的排放量分别比电厂的排放量高30%和122%。目前全国约有85%的城镇居民和15%的农村居民依靠煤炭作为日常生活燃料,年消耗量在2亿t以上。民用和工业炉窑用煤中,劣质煤、低热值煤、高硫煤占相当一部分,热效率更低,对环境的污染更甚,这是近期解决我国煤炭利用清洁的重要问题。

(5)煤炭在开发和利用过程中产生大量废弃物的处理程度远较发达国家为低,譬如,煤矸石每年排放7500多万t,历年堆积量近10亿t,是各种工业废渣中排放量最大、占地最多、污染环境比较严重的一种。煤矸石经处理可变害为利。利用其中的热值可发展以低热值燃料为主的流化床燃烧技术;利用其中的矿物成分可发展建筑材料等。

上面举的这些情况都与发达国家有一定的差别,甚至很大的差别。我国是发展中国家,资金和技术的短缺尤为突出,对于新技术的研制开发就可能有所为,有所不为;对已确定开发的新技术,在一定时空范围内也应主次分明。

从近几年国际上,特别是美国发展洁净煤技术的情况来看,主要有以下特点:①洁净煤技术是一项多层次、多学科的技术,先进常规技术、高新技术、甚至某些尖端技术都有;②洁净煤技术开发是一项跨部门的巨大的系统工程,必须有强有力的组织领导和高效能的管理协调,美国由能源部归口管理,形成一套有效的项目评估和优选办法;③洁净煤技术难度较大,投入较多,开发周期较长;④洁净煤技术的发展把研究、开发、示范、商业应用结合起来,特别重视近期商业应用的可能;⑤国际竞争激烈,技术更新换代周期加快。

因此,我们在考虑发展洁净煤技术时,应当处理好当前与长远、重点与一般、经济效益与社会效益(包括环境效益)、部门分工与通力合作、资金的投入与产出、自主开发与国际合作等方面的关系。

我们这次研讨会,就是请各位专家和学者就我国洁净煤技术的发展广开思

路,各抒己见,能够提出符合我国国情的发展战略和途径,我们也希望通过这次研讨会能把与会专家们的重要见解向有关部门提出建议。

最后,请允许我代表中国煤炭学会和中国能源研究会欢迎各位领导和专家的光临,再一次表示热烈的欢迎和衷心的感谢!

中国洁净煤技术发展研讨会闭幕词

周凤起

(中国能源研究会副理事长兼秘书长 北京 100863)

各位领导、各位专家：

由中国煤炭学会和中国能源研究会共同主持召开的“中国洁净煤技术发展研讨会”进行了两天，会议得到国家计委、国家科委、国家经贸委、中国科学院、中国科协、煤炭工业部的大力支持。国家计委叶青副主任，国家科委黄齐陶副主任、石定环司长，国家经贸委王明威处长，中科院王佛松副院长，中国科协高镇宁副主席，原经贸部周宣诚副部长，煤炭部范维唐副部长等领导同志亲临会议指导，并就如何发展中国的洁净煤技术作了重要讲话。参加会议的专家来自全国有关管理部门、科研设计单位、高等院校、公司、协会及新闻机构共约40个单位80余人。会议收到论文31篇，有26位专家在大会上作了报告并进行了讨论。这些论文或报告的内容主要包括：中国煤炭开发利用现状；煤炭的燃烧、气化、液化等转化技术；煤炭洗选加工、型煤和水煤浆技术；煤层甲烷开发利用、低质煤利用和动力煤合理利用；磁流体发电、联合循环发电技术；煤的脱硫和环境保护等几个方面。其中有基础性研究，工艺与设备的研究，成果的推广与应用，国内外洁净煤技术发展的现状与展望，发展规划与设想等。通过会议的交流与探讨，取得了以下主要的共识与收获：

1. 加深了对发展我国洁净煤技术的认识，增强了紧迫感。加强环境保护，发展洁净煤技术是世界所关注的问题。我国是一个产煤大国，又是一个煤炭消耗与污染较大的国家。煤炭是主要能源，要发挥能源主导地位的作用，要满足保护环境的要求，发展洁净煤技术是当务之急，势在必行。

2. 通过会议交流，对我国洁净煤技术的现状有了进一步的了解，认识到我国不同于世界其他国家，发展中国的洁净煤技术必须结合国情。一定要发展符合国情的、具有中国特色的洁净煤技术，解决好煤炭开发和利用中的有关煤的洁净技术问题。

3. 与会领导和专家一致认为，发展洁净煤技术是一个庞大的系统工程，各部门各行业必须通力合作；必须有强有力的、高效率的管理机构；必须制订切实可行的计划、方案和具体步骤与措施，才能使洁净煤技术的研究与应用得以有效地实施。

4. 通过这次会议以文会友，交流了情况与经验，提供了资料与信息，沟通了认

识与见解,开阔了思路。会议探讨了符合我国国情的洁净煤技术发展方向与途径,提出了设想、建议,完成了会议预期的任务。

为了进一步推动中国洁净煤技术的发展,会后,中国煤炭学会和中国能源研究会将充分发挥学术团体的桥梁与助手作用,进一步整理会议的情况和专家的意见,向有关部门反映。提交会议的资料将尽快编辑论文选集,以便于广泛交流、宣传,使更多的人了解,使社会舆论更加重视。我们要不断促进洁净煤技术的发展,为发展我国国民经济建设作出贡献。

这次会议得到国家计委、国家科委、国家经贸委、中国科学院、中国科协和煤炭部等领导部门的关心与支持,有关领导亲自出席会议并给予指导;会议得到各参加单位和与会专家的重视与支持,积极提交论文和参加会议,使会议开得圆满成功,在此,向各位领导和专家表示诚挚的谢意!

这次会议还得到了煤炭部科教司、中国矿大北京研究生部和煤炭部西郊宾馆的大力支持,为会议提供了良好的条件,保证了会议顺利进行,我谨代表会议主办单位和与会专家向他们表示衷心的感谢!

最后,祝各位领导、专家工作顺利,身体健康!

谢谢!

目次

中国洁净煤技术发展研讨会 论文选集

(1994 年 6 月出版)

发展现状与设想	1	中国煤炭开发利用现状与发展洁净煤技术	芮素生等
	8	中国洁净煤技术战略	中国洁净煤技术 计划研究课题组
	11	关于发展中国特色的洁净煤技术的意见	彭世济等
	17	煤炭规划中发展洁净煤技术的设想	王端武 张 勇
煤的加工	21	选煤在洁净煤技术中的地位 和作用	洪瑞燮 顾少雄
	27	面向经济建设,加强应用型 研究,大力促进洁净煤技术 向生产力的转化	王悦汉
	30	中国煤中硫赋存特征与脱除 有机硫方法的探讨	陈 鹏
	41	我国先进选煤技术的研究与 实践	赵跃民等
	47	型煤技术的研究	黄钟成
煤的转化	50	因煤制宜,大力开发和推广 适合国情的煤转化技术	吴春来
	56	劣质煤洁净综合利用技术的 研究与前景	岑可法等
	64	灰熔聚流化床粉煤气化成套 装置的研制	王 洋等

	68	提高煤炭利用效率和充分利用低质煤资源	于涌年
	75	稀碱处理法化学净煤的研究	高晋生等
	80	快速加氢热解煤炭有效利用和洁净技术的研究	朱子彬 马智华
发电、燃烧及其后处理	83	磁流体发电的国际进展与我国的战略	严陆光等
	94	先进的低污染煤粉燃烧技术	徐旭常
	100	工程热物理所的洁净煤工作	蔡睿贤 赵惠富
	105	对几种燃煤的联合循环发展与应用前景的展望	焦树建
	113	水煤浆洁净煤系统(PWTC)——新型能源工程	郝凤印
	118	洁净煤联合循环发电技术	林诚杰
	129	我国动力煤的合理利用问题	戴和武
	135	关于增压流化床联合循环(PFBC-CC)发电技术发展新情况	章名耀
煤炭开发利用中的污染控制	143	煤层甲烷——一种洁净的新能源	杨锡禄等
	149	煤炭开采和利用中的环保问题	姜帆 龚祯祥
	157	石炭石在煤的水蒸气气化过程中固硫的研究	冯杰等

中国煤炭开发利用现状与发展洁净煤技术

芮素生 成玉琪 叶显彬
(煤炭科学研究总院 北京 100013)

摘 要 我国煤炭产量和消费量都占世界第一,是世界上少数几个以煤为主要能源的国家。我国煤矿众多,特别是近三分之二的县有小煤矿。煤炭开发对矿区乃至整个环境造成了严重的污染,因此,必须重视煤炭开发对整个环境的影响。我国煤炭消费结构呈多元化的格局,煤炭热效率低,污染严重,因此,必须针对多元化的终端用户发展适用的洁净煤技术。发展我国特点的洁净煤技术要体现环境与发展统一,社会效益与经济效益并重;提高效率与控制污染要贯穿在煤炭开发与利用的全过程;要针对多元化的终端用户开发适用的技术;要把发展洁净煤技术与节能和改变煤炭单一产品结构结合起来。洁净煤技术可包括四个领域:煤炭加工;煤炭转化;燃烧及后处理;煤炭开发利用中污染的控制。

关键词 环境 洁净煤 技术

1 引 言

长期以来,人类大量使用矿物燃料(特别

是煤炭),造成环境恶化,引发了世界保护环境的热潮。而世界能源界普遍认为,由于煤炭资源大大超过石油和天然气资源,煤炭将重新成为世界主要能源(表 1)。

表 1 世界一次能源消费构成

年份	总消费量 /亿 t	消 费 构 成 / %					
		煤炭	石油	天然气	水电	核能	新能源
1988	115.10	30	38	20	7	7	—
2020*	184.00	33.7	21.2	19	7.6	13.6	5.4

*世界能源会议预测数据。

而减少煤炭对环境的污染,成为环境可承受的能源,将是煤炭重新成为世界第一能源的关键问题。洁净煤“Clean Coal”一词就是在这种背景下由美国和加拿大两国关于解决边境酸雨问题特使德鲁·刘易斯和威廉·

戴维斯提出的。“Clean Coal Technology”(CCT, 洁净煤技术)一词源于 80 年代美国。它是旨在减少污染和提高效率的煤炭加工、燃烧、转化和污染控制新技术的总称。当前已成为世界各国解决环境问题主导技术之一,

也是高技术国际竞争的一个重要领域。

1986年3月美国政府提出“Clean Coal Technology Demonstration Program”(CCTP, 洁净煤技术示范计划), 已进行五轮竞争性项目征集。欧洲共同体委员会也制定“Thermic Program”(“兆卡”计划), 旨在促进欧洲能源利用新技术的开发, 减少对石油的依赖和煤炭利用造成的环境污染, 确保经济持续发展。日本于1993年在“新能源综合开发机构”(NEDO)内组建了一个“洁净煤技术中心”(CCTC), 负责全日本的新能源和洁净煤技术的规划、管理、协调和实施。我国在“洁净煤技术”的研究开发上亦有相当基础, 特别在1992年“联合国环境与发展大会”之后, 洁净煤技术日益引起各有关方面的重视, 国际交往与合作日益增多, 出现强劲的发展势头, 目前有关方面正在组织编制“中国洁净煤技术计划研究项目总体设计”。在探讨怎样才能发展我国洁净煤技术的现实有效途径时, 一方面要很好地借鉴国外发展洁净煤技术的成功经验, 一方面要从我国煤炭开发利用对环境影响的特点出发, 走出一条具有中国特点的发展洁净煤技术的途径。

2 我国煤炭的开发利用及其对环境的影响

我国是煤炭生产大国。1993年原煤产量11.4亿t, 居世界首位。从煤炭开发与环境关系的角度来考察, 有两点值得特别注意: 一是目前煤炭的开发对矿区环境造成严重污染, 突出的表现在以下几个方面: ①煤炭开采中排放的甲烷(温室效应气体)和煤田火灾对大气造成污染, 煤矿排放大气的甲烷每年在60亿 m^3 以上, 抽放未利用排入大气的高浓度瓦斯每年在1.2亿 m^3 以上; 煤矿露头火灾, 仅新疆煤田88个产煤地就有42个火区, 总面积达102 km^2 , 每年烧掉约1亿t煤炭; ②由于开采煤炭引起地表塌陷、破坏及排土场、煤矸石等占地已达320万ha, 每年还以2.2万ha递增; ③煤矿积存的矸石达16亿多t, 每年以1亿多t递增。矸石山占地4000ha, 约有145座矸石山在自然, 对大气和环境造成

严重污染; ④煤矿年排出的矿井水(分别为高矿化度、酸性、高悬浮物甚至有的含放射元素)17.5亿t, 年排放煤泥水2800万t。二是我国煤矿分布相当分散, 全国1500个县中有近1000个县有煤矿; 全部原煤产量的55%以上是地方煤矿生产的; 特别是近十多年来乡镇煤矿数量和产量急剧增长, 数量达9万多个, 产量超过4亿t, 目前仍呈增长趋势(表2)。乡镇煤矿开采工艺和装备落后, 开采过程中对环境的污染特别严重。因此, 矿区环境对我国整体环境的影响极大, 必须引起高度重视, 研究煤炭开发中的污染控制和保护环境技术应是洁净煤技术的重要组成部分。这是我们探讨发展符合我国国情的洁净煤技术途径时必须考虑的第一个特点。

表2 我国乡镇煤矿煤炭产量占总产量的比重

年份	比重/%
1979	16.7
1980	18
1981	20.3
1982	21.9
1983	23.8
1984	27.5
1985	32.5
1986	33.4
1987	35.2
1988	35.8
1989	37
1990	36.5
1991	36.9
1992	38.5

我国又是煤炭消费大国。煤炭占我国一次能源消费的76%。考察我国煤炭利用对环境造成的影响, 确实令人十分忧虑。用一些数字来说明: ①我国目前煤炭入洗率19%左右, 地方煤矿仅6%左右, 也就是说有9亿多t平均灰分达22%的原煤作为商品进入终端用户。每年随煤炭运输将1.5亿t灰渣和矸石运到终端用户; ②我国目前每年约6亿t煤炭采用敞车长途运输, 排放到大气的煤尘在300万t以上; ③我国80%煤炭用于燃烧, 据1990年统计, 全国 SO_2 年排放量1622万t, 90%为燃煤排放, 烟尘年排放量1314万t,

80%为燃煤排放；④我国煤炭热效率低，工业产品单产能耗高、浪费大，与发达国家比，工业窑炉平均效率低10%以上；工业锅炉热效率低15%~20%；燃煤电厂平均耗煤高30%；3/4的城镇人口直接烧煤，每年民用燃煤1亿t以上，而其热效率还不到25%。要指出的一点是我国在煤炭消费构成上与发达国家有明显区别(表3、4)。特别是能耗高、污染严重的小工厂多，甚至如土法炼焦还在发展。

表3 1989年部分国家能源消费构成

国别	固体燃料占能源消费的比重/%
世界	32.5
美国	27.2
前苏联	26.4
英国	32.6
原西德	32.1
澳大利亚	43.8
中国	76(煤)

表4 部分国家的煤炭消费构成

国别	年份	消 费 构 成/%				
		发电	炼焦	工业	民用	其它
美国	1991	87.0	3.8	8.5	0.7	—
中国	1990	28.6	10.1	41.6	17.7	2
英国	1991	75.3	9.8	9.7	5.2	—
澳大利亚	1990	75.3	14.7	2.5	3.5	—
前苏联	1990	38.8	19.4	25.1	12.4	4.3

3 国内外洁净煤发展概况

发展煤炭利用技术，以达到提高煤炭热效率、节约煤炭和减少污染物排放的目的。同时加强治理煤炭开发对环境的破坏与污染。这方面已取得了巨大进展。据1989年世界银行发表的联合国统计资料，120个国家或地区的平均能源弹性系数：1965~1980年为0.98，1980~1987年为0.48，美国分别为0.85和0.03，我国分别为1.53和0.42。经济合作与发展组织国家1978~1987年国民生产总值增长25%，而能耗只增加1.7%。1978~1988年间，美国发电用煤由4.65亿t增至6.65亿t，增加43%，而SO₂排放量减

从表中看出，美国、英国和澳大利亚等发达国家发电是煤炭唯一的主要终端用户，而中国除发电外，工业窑炉、工业锅炉和民用都占有相当高的份额。这是探讨发展我国洁净煤技术途径时必须考虑的第二个特点。我国煤炭在能源构成中的比重在相当长的时期内不会有大的改变。预计2000年我国煤炭产量将超过14亿t。以后煤炭产量仍将持续增长，煤炭工业将持续为国民经济的发展作贡献。但是开发和利用煤炭确实严重污染环境，特别是今后我国高硫煤的比重将越来越大，如果不采取有力措施，环境将日益成为大量使用煤炭的制约因素。因此，发展以高效、洁净为主要宗旨的洁净煤技术是保持国民经济持续发展和保护环境的需要。煤炭工业要把发展洁净煤技术作为今后一个时期的战略主攻方向是完全正确的。

少36%，NO_x减少12%，颗粒物减少21%。欧共体计划每年投资57亿美元，到2000年使SO₂减少57%。

我国节能工作亦取得了巨大的成绩。但提高煤炭热效率、节约煤炭的潜力仍很大。据有关方面调研，采取已经行之有效的技术和措施，解决我国动力煤合理利用中几个急待解决的问题，每年就可节约4000万t。对发达国家最近在洁净煤技术方面的新发展，我国也开始研究开发，并引进了部分先进技术。发达国家矿区的环境治理也取得了很大成功，我国这方面的问题特别严重，治理工作只是开始起步。

下面就洁净煤技术在国内外的的发展情况分四个方面作简要概述。