

构建绿色低碳循环可持续发展的钢铁工业发展体系

2020年我国钢铁行业克服新冠肺炎疫情影响,积极复工复产,在企业兼并重组、超低排放及绿色发展方面取得骄人成绩:粗钢产量达到10.65亿吨,占全球粗钢产量比例近60%,形成宝武集团亿吨级特大型企业集团,涌现出首钢股份公司等一批超低排放示范企业,民营企业的竞争能力大幅提升,钢铁产业已成为我国在国际竞争中最具实力的行业之一。但另一方面,钢铁行业又面临资源、能源、环境的巨大压力,钢铁行业消耗了全国约15%的能源,固废排放量、废水排放量占工业总量的11%、7%,钢铁也是SO₂、NO_x、烟(粉)尘的主要排放者。我国钢铁行业急需构建绿色低碳循环可持续发展的现代工业体系,对钢铁行业来说“十四五”乃至今后相当长时期内的发展目标是:以绿色化、智能化为牵引,构建钢铁与下游产业、社会及自然融合发展的生态圈,实现高质量发展。

京津冀环渤海地区是我国钢铁工业聚集区,产能占全国1/5,京津冀地区一方面面临巨大的发展压力,另一方面也会极大地影响节能减排技术的发展。以该区域钢铁产业为载体,探讨绿色低碳循环发展技术,将对北京地区及周边大气环境的持续改善,引领钢铁生产流程的超低排放绿色发展,构建钢铁与自然和社会融合生态圈,早日实现碳达峰和碳中和,为全国和世界钢铁工业绿色发展提供样板参考,具有重大的现实意义和战略意义。

目前我国钢铁行业面临着低碳和污染物控制两大难题和挑战。2021年7月27日,第二十三届

中国科协年会京津冀绿色经济发展峰会召开,中国工程院院士、钢铁研究总院名誉院长殷瑞钰,中华环保联合会副主席、原国家环境保护部总工程师杨朝飞,中国金属学会常务副理事长赵沛,中国钢铁工业协会副会长、冶金工业规划研究院党委书记、总工程师、俄罗斯自然科学院外籍院士李新创,河北省金属学会理事长、河钢集团有限公司副总经理、首席技术官王新东,中国金属学会专家委员会主任王天义作报告,探索钢铁行业绿色低碳发展路径。

中国钢铁工业实现碳中和的两大可行抓手



殷瑞钰作题为《钢铁产业碳达峰、碳中和实施路径研究》的报告

殷瑞钰:对碳达峰、碳中和的认识,一定要有高站位,要有全球视野,要有全国高度,还需要有历史

收稿日期:2021-07-27

引用格式:构建绿色低碳循环可持续发展的钢铁工业发展体系[J]. 科技导报, 2021, 39(16): 56-61; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.16.011

责任感,有时代方向性。碳的排放引起了近200年来全球气温的变化,气候异常已经是不争的事实。

碳达峰、碳中和不能只看成是一个科学技术问题,这是一个艰巨的全社会脱碳工程。事关中国的发展战略,事关经济,事关全社会文明,事关全人类福祉,事关发展新生产力,事关生态文明建设,事关人类命运共同体。

碳达峰、碳中和战略目标是什么?碳达峰含义是指排放的温室气体总量达到峰值。碳中和的内涵应该涉及碳产生和碳消纳,碳产生包括自然界碳产生和人类活动的碳产生,碳消纳包括自然界碳消纳和人类活动碳消纳,碳中和的实质应该是地球世界运行过程中碳负荷归零。

总体上看,对钢铁工业碳达峰而言主要在于减产减排,继续增产对碳达峰而言是背道而驰的;对碳中和而言,减排减产仍然是主要的,增加碳汇是必要的辅助。中国钢铁工业在过去3年节能减排工作取得了明显进展,然而由于我国粗钢产量较大,钢铁工业二氧化碳排放占比较高,在15%~17%波动,未来要实现国家碳排放承诺,钢铁工业必须走脱碳化发展的道路。

钢铁工业排放二氧化碳总量一方面取决于吨钢二氧化碳排放量,另外取决于钢铁工业粗钢总产量。钢铁工业行业碳达峰比较容易实现,单靠钢铁行业自身要实现碳中和是非常困难的,若依靠全社会协同采取碳捕集,利用与封存技术(CCUS),利用可再生能源,增加碳汇,开展行业间碳交易等措施,钢铁行业则有可能趋近于碳中和。

钢铁工业要走节能减排脱碳等绿色化发展道路,当前要重视脱碳化的问题。脱碳化意味着资源脱碳化、能源脱碳化、制造流程脱碳化、进出口贸易脱碳化、政策法规脱碳(分行业实现碳交易,分阶段、分产品、分制造流程逐步开征碳税,出台脱碳化负面清单,酝酿脱碳化立法)。

同时,中国钢铁工业应该在减量化发展的进程中对生产流程、制造流程结构做出调整,发展全废钢电炉流程;对于生产扁平材大型钢铁联合企业,要进一步开发节能、脱碳化技术,进一步降低碳排放总量。

从总体来看:(1)钢铁工业碳达峰主要在于减产减排,技术增产对于碳达峰而言是背道而驰的。对碳中和而言,减排减产仍然是主要,增加碳汇是必要辅助,对于钢铁而言增加碳汇并不是主要措施。(2)钢铁行业碳达峰时间点主要由粗钢产量的峰值决定,初步判断钢铁工业碳达峰时间节点曾经在2014年出现过,或者是“十四五”前期有可能出现;碳达峰的峰值大概是17亿~18亿t二氧化碳,钢铁行业越早达峰,实现碳达峰,越有利于后续下坡和碳中和实现。(3)单靠钢铁行业自身实现碳中和是极其困难的,但是如果考虑到全社会的协同,在钢铁行业未来也许有可能趋近于碳中和。(4)削减粗钢产出总量和流程结构调整发展全废钢电炉流程是中国钢铁工业实现碳中和过程中的两大可行抓手,其余技术对减排贡献相对较小。

“十四五”钢铁行业环保工作的建议



杨朝飞作题为《我国十四五生态环境政策走向》的报告

杨朝飞:“十三五”期间,清洁能源占国家消费能源比重达23.4%,煤炭消费占比下降到57.7%,北方地区清洁供暖提升到60%,能源、水、矿产资源利用率全面提升,单位GDP(国内生产总值)二氧化碳较2005年下降48.1%,86%的煤电机组实现超低排放,6.1亿t粗钢产能实施超低排放,钢铁行业对于治污减排作出了很大贡献。

中国仍旧是一个发展中国家,处在工业化和城镇化的进程中,全面绿色转型基础依然薄弱,突出表现为:一是以重化工为主产业结构,能源为主能

源结构,公路为主货运结构没有根本改变;二是污染排放和生态破坏的严峻形势没有改变;三是环境事故和违法案件多发频发态势没有根本改变。

“十四五”期间打好污染防治攻坚战主要体现在7个方面:一是加强细颗粒物臭氧协同控制,基本消除重污染天气;二是推进城镇污水管网全覆盖;三是基本消除城市黑臭水体;四是推进化肥农药减量化土壤治理;五是加强白色污染治理,加强危险废物、医疗废物收集处理,完成重点地区危险化学品生产企业搬迁改造;六是重视新型污染物包括激素、抗生素、微塑料的治理;七是完善节能的一些指标管理。

基于“十四五”生态环境政策法规走向,对钢铁企业环保工作提出一些相关建议:(1) 钢铁行业为国家环境保护作出了突出贡献,但个别企业仍然存在超标、超总量排放问题,应加以杜绝;(2) 杜绝偷排、偷倒、数据造假,一旦发现追究刑事责任;(3) 制定碳减排行动计划,抓好落实;(4) 主动技术升级,带动减污降碳;(5) 降低环境风险,做好应急预案;(6) 完善环保规章制度,提高管理人员素质;(7) 公开环境信息,主动接受社会监督;(8) 积极参与国家环境政策法规标准的制定;(9) 树立社会责任,提倡对社会风险。

京津冀钢铁产业协同发展四要点



赵沛作题为《“十三五”京津冀钢铁工业协同发展回头看》的报告

赵沛:钢铁行业是京津冀重要支柱产业,就业人数众多、产业关联度高、消费拉动大,对区域经济

和就业起到举足轻重的作用。“十三五”期间,在中国工程院院士徐匡迪的主持下,京津冀协同发展专家咨询委员会在深入调查研究的基础上,对京津冀钢铁业协同发展提出了《关于京津冀压减过剩钢铁产能的建议》《关于京津冀城市钢厂搬迁的建议》《关于京津冀钢铁业可持续发展的建议》等多项建议。

进入21世纪以来,河北省钢铁产能大规模扩张主要来自民营钢铁企业的迅猛发展,民营企业粗钢产能已占全省粗钢产能的70%。从布局上看,河北钢铁产能主要集中在唐山和邯郸两地,两地产能占全省的75%。2013—2020年,河北省累计压减钢铁产能超过1.1亿t,采取的具体措施有:综合运用市场机制、经济手段、法治办法,关小促大、保优压劣,执行超低排放标准,开展“蓝天保卫战”;查处各种违法违规问题,严禁违规新增产能,严防已压产能和“地条钢”死灰复燃;实施布局合理化调整,推进钢铁产能向临港沿铁聚集;不断提升钢铁生产绿色化水平,加强节能减排管理,推进“公路转铁路”“公路转水运”项目建设;产能向钢焦一体化企业聚集,保持与钢铁相匹配的焦炭生产能力;加强舆论宣传和监督,在全社会形成淘汰落后产能、保护生态环境的舆论氛围。

2014年天津辖区内有7家钢铁联合企业,钢铁产业仍然是天津的重要产业之一,作为天津市传统优势产品的无缝钢管全国市场占有率稳定在40%以上,产品出口到上百个国家和地区。“十三五”期间,天津市压减钢铁产能约1000万t,2020年辖区钢铁产能控制在1500万t。

截至2020年底,北京市钢铁产能已经清零,天津市钢铁产能控制在1500万t以内,京津冀地区化解钢铁产能的主要压力来自河北。河北省钢产量连续18年居全国第一,约占全国钢产量1/4,钢铁产业面临的最大挑战是产能过大、产量过高、环保和转型升级的压力巨大。如何平衡经济与环保,仍是“十四五”时期摆在政府和企业面前亟待解决的难题。此外,还存在债权债务处置难,企业重组意愿不强,重组难以突破行政区划限制,部分地区除钢铁之外尚未形成其他支柱产业等问题。

对于京津冀产业同体系建设的4点认识:

1) 经济发展水平和工业发展阶段的差异是制约京津冀协同发展的根本原因。

无论三次产业,还是制造业内部,北京与天津、河北差异显著,形成了明显的产业梯度,具备产业协同发展的基础。但从支柱产业关联分析来看,京津冀地产业协同整体水平依然较低,北京制造业对周边地区依赖程度减弱,天津和河北主导产业重合度较高,竞争多于合作。

随着我国经济发展方式的转变,创新协同成为推动产业协同的关键所在。京津冀的创新投入和创新产出呈现出明显的非均衡特征,北京创新总体水平明显高于天津、河北,北京对周边区域创新形成了一定的带动作用,但创新协同处于较低水平。

京津冀协同发展的重点在于提升河北省产业发展水平和创新能力,降低经济发展水平落差,强化产业和创新的合作基础。

2) 构建优势互补、相互促进、协调共赢的现代化产业体系,是京津冀协同发展的核心内容。

北京具有很强的资源集聚能力,不仅对周边地区依赖程度较低,而且要素“虹吸效应”明显;天津产业偏重,自我配套能力相对较强;河北市场化综合发展水平较低,市场环境不完善,制约了区域产业协同发展。河北经济发展水平与京、津形成了断崖式落差,造成区域合作的鸿沟。

北京已逐渐进入后工业化阶段,消费品需求远大于工业品需求,天津、河北以重化工为主体的产业体系很难适应北京产业升级的需要。发展模式的错位在一定程度上限制了区域合作。

3) 京津冀具有明显的“强政府、弱市场”特质,与珠三角、长三角相比,市场活力相对释放不足。

北京借助首都优势在税收优惠、股权激励、科技金融、高端人才、成果转化等方面享受到国家若干政策照顾,天津随着滨海新区的确立也获得了越来越多的利好政策,而相比之下河北享受到的优惠政策有限。支持政策不均现象突出、科技资源禀赋差异明显、体制机制不健全、要素跨地区流动和共享程度低,均是造成区域产业协同和创新协同水平低的重要因素。

4) 弥补区域发展短板、破除制度壁垒、营造公平的政策环境、培育区域性产业集群、推动科技资源共享、促进产业链和创新链融合发展,是推动京津冀产业和创新协同发展的主要着力点。

深入推进钢铁行业绿色低碳发展



李新创作题为《启航新征程,深入推进钢铁行业绿色低碳发展》的报告

李新创:过去钢铁行业发展过程中,在无论是绿色还是节能方面都取得了长足进步,但与新时期“碳达峰”“碳中和”背景下提出的新要求还有很大差距,因此必须继续深入钢铁行业绿色低碳发展。

首先需要对钢铁行业有一个客观全面的认识,才能有利于钢铁行业开启新征程。(1) 强大的钢铁工业支撑着中国经济快速发展;(2) 钢铁行业是典型技术密集型产业;(3) 钢铁行业具有三大功能:材料制造功能、能源转化功能、消纳城市废旧功能;(4) “十三五”期间,中国钢铁实施了人类历史上最大规模、最严标准、最快速度的绿色革命,取得了不可低估的成就;(5) 钢铁是中国产业中最具国际竞争力的产业。

未来低碳将重塑整个中国经济包括产业,毫不例外,低碳一定会重塑中国钢铁新格局。钢铁的低碳发展,需要关注数字化趋势、关键技术突破、绿色低碳协同三大趋势。在此情况下,会为钢铁行业带来以下机遇与挑战:(1) 碳约束下高水平平衡;(2) 低碳发展将促进新工艺,包括工艺结构流程、电炉流程等;(3) 催生一系列技术革命;(4) 数字化智能化促进能效提升、提升管理水平;(5) 钢铁与地

方政府和建材、化工等联动,促进整个社会降碳;
(6) 绿色低碳相协同。

结合我国钢铁工业低碳发展实践,提出未来钢铁工业低碳转型的六大有效路径:推动绿色布局、节能及能效提升、优化用能及流程结构、深化发展循环经济、强化管理、提高效率等。

碳中和愿景下钢铁行业绿色、低碳发展路径



王新东作《碳中和愿景下河钢集团低碳绿色工作实践及展望》的报告

王新东:在国家大力实施“碳达峰、碳中和”的战略部署下,中国钢铁行业应坚持“绿色发展、生态优先”,构建适应生态文明要求和制造强国战略的钢铁行业绿色发展路径,持续引领钢铁创新、绿色和高质量发展。

第一,建议钢铁在减量基础上实施低碳路径创新。钢铁行业未来减碳技术应该在总量控制基础上,在工艺技术创新、能源技术创新、材料技术创新3方面有重大创新和突破,实现更高幅度减排。

首先,应该进行流程变革,以实现结构性减碳。未来要减少高炉和转炉长流程的比例,同时针对铁前工序高排放特点,大力推进原料优化,炉顶碳捕集应用,减少长流程,增加以氢为还原剂的氢还原加废钢加电炉短流程和全废钢电炉短流程等短流程的占比。

然后,能源技术创新。在炼铁工序提煤降焦来降低排放,同时通过能源技术创新,大力发展光伏

和风能等新型可再生能源的产业,构建多元能源结构体系,可以进一步支撑氢冶金、电炉及全废钢电炉短流程发展,可以从根本上大幅度降低碳排放。

最后,材料技术创新,为行业下游提供更加绿色产品。绿色低碳钢铁产品将成为下游用户的首选,对绿色低碳产品的要求有:(1) 高强高韧、耐蚀耐磨、耐疲劳、长寿命;(2) 结构轻量化设计、轻量化材料、轻量化制造技术;(3) 提升产品性能,延长使用寿命,满足低碳需求。能源革命对钢材有新的需求:(1) 可再生能源的材料、工艺获得更多创新和市场发展空间;(2) 光伏用钢、风电用钢、输氢储氢、燃料电池核心基材促使进行材料创新。

第二,建议加快成熟绿色制造技术行业内推广。结合行业现状和成熟度,推荐高炉高比例球团冶炼技术、烟气选择性循环技术2个技术。

目前高炉高比例球团冶炼技术已经在唐钢新区 3000 m³的高炉使用,高炉的存量比例最高达 60%,SO₂、NO_x比使用同比例的烧结矿减少 74%、53%,唐钢新区每年源头减排二氧化碳 80 万 t。

在烧结工序推广应用烟气选择性循环技术,烟气循环率达 30%,吨矿 NO_x、CO 分别减排 24%、20%,能耗降低 11%,实现了节能减排与生产效能提升的耦合。该技术已在河钢集团全部烧结机应用示范;并继续在行业内推广。

第三,建议加快非常规污染物绿色技术研发与示范。首先,加快高炉煤气高效脱硫新技术研发与示范,针对高炉煤气中有机硫含量高的特点开发高炉煤气水解氧化耦合高效脱硫新技术,从源头实现高效脱硫,避免建设分散的末端脱硫设施,具有显著的经济及环境效益。然后,针对烧结烟气中非常规污染物 CO 治理难题,烧结烟气 CO 低温催化氧化应用技术研发:(1) 开发 CO 低温催化氧化技术;(2) 自主研发烧结烟气 CO 催化专用产品;(3) 形成烧结烟气 CO 低温催化氧化工艺装备。

第四,建议加快钢铁副产物协同处理和资源化利用。未来大宗固废循环发展一方面需要提高资源使用效率,源头减少固废产生,另一方面需要发展冶金渣固废技术,推动双碳目标达成。

钢铁企业固废协同优化治理和资源化利用



王天义作题为《钢铁企业固废协同优化治理和资源化利用》的报告

王天义:2020年年9月1日,《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(以下简称新固废法)正式施行。在国家实施新固废法通过法律手段推动固废资源化利用的大背景下,2021年3月,国家发展和改革委员会等十部门联合发布了《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》(发改环资[2021]381号,以下简称指导意见),该指导意见的出台反映了中国政府对于推动固废资源化的决心,无疑必然会对固废利用产业的发展起到巨大的推动作用,钢铁行业也值得对此特别关注。

1) 指导意见明确指出钢铁企业的钢渣利用率较低,这是政府文件中首次出现这样的提法,这为争取国家的政策支持提供了一个依据。

2) 指导意见对固废利用提出了新要求:坚持规模利用与高值利用相结合。指导意见指出“积极拓宽大宗固废综合利用渠道,进一步扩大利用规模,力争吃干榨尽,不断提高资源综合利用产品附加值,增强产业核心竞争力”,为固废利用指明了方向。同时还指出“加强产业协同利用,扩大赤泥和钢渣利用规模,提高赤泥在道路材料中的掺用比例,扩大钢渣微粉作混凝土掺合料在建设工程等领域的利用”,值得特别注意。

3) 指导意见对创新机制和行业间协同治理提出了明确要求。特别提出“要打通部门间,行业间

堵点和痛点”,强调行业之间协同合作,很具指导意义。

4) 指导意见提出了鼓励技术创新、培育示范企业,明确提出要建设50个大宗固废综合利用基地和50个工业资源综合利用基地,推广一批大宗固废综合利用的先进适用的技术装备,要通过培育样板企业来推动,形成可复制可推广示范案例,发挥带动引领作用。

结合指导意见的调研情况,当前钢铁企业固废利用需要解决以下重点和难点问题:(1) 钢尾渣利用率不高,附加值被大大低估。(2) 含有害成分的尘泥,主要是含钾、钠、锌等成分的除尘灰(泥),对于目前的高炉难以直接利用。(3) 电炉除尘灰等危废处理需要资质,其储存、运输、处理均存在一定难度。(4) 由于很多地区对湿法脱硫有所限制,所以大量采用干法或者半干法的脱硫,形成了主要成分为亚硫酸钙的脱硫灰,其处理成本及难度较大。(5) 催化脱硝作为用得最多的脱硝技术,其中使用的催化剂在3年左右失效,失效的催化剂被列入危废,其处理也需要重点关注。

当前的技术尚不能解决以上重点难点问题,固废处理技术水平有待进一步提升,基于现状提出以下建议:

第一,高度重视源头减量技术,比如少渣炼钢,源头上少产生固废;同时固废优化协同治理要达到2个目的,一是提高固废资源化利用率,努力实现固废不出厂的目标;二是提高固废利用附加值,把固废利用成为钢铁企业新的利润增长点。

第二,优化固废协同治理技术路线。首先,摸清各种固废、废液的成分性质,通过优化配置达到协同治理目的;然后,充分利用钢厂高温冶炼的余热余能的有利条件实现固废的无害化低成本治理;最后,通过新技术的广泛应用提升治理水平。

第三,重视与下游企业的密切合作;加大创新技术,开发出更高性价比的技术;

第四,固废处理要获得企业领导的高度重视;用好国家政策,特别是双50家基地的建设,大钢厂应积极进入示范企业中。

(责任编辑 刘志远)