

我国煤化工标准现状及展望

王钦卓, 杨永忠

(陕西煤业化工技术研究院有限责任公司, 陕西 西安 710065)

摘要:我国煤炭资源丰富,煤化工技术是重要的能源战略需求之一。我国现已形成以煤焦化、合成氨等为主的传统煤化工产业和以煤气化、煤液化为核心的煤制天然气、煤制油、煤制烯烃、煤制芳烃等现代煤化工产业。完善的煤化工标准化体系有利于行业进一步发展,因此本文全面综述了煤化工标准化工作的研究情况,统计了我国煤化工领域现行和即将实施的国家及行业标准,重点从煤气化、煤间接液化、煤直接液化、煤制天然气、煤制甲醇、煤制烯烃、煤制芳烃、煤制乙二醇、煤制二甲醚等 9 个主要领域介绍了现代煤化工标准的制定情况并对新标准的制定提出建议。我国煤化工标准体系由基础标准、管理标准、产品标准和检验检测标准 4 大类构成。截至 2019 年 1 月,据不完全统计,我国煤化工领域已颁布实施国标、行标 229 项,其中,基础标准 5 项;传统煤化工领域标准 154 项,2019 年 1 月后实施标准 3 项;现代煤化工领域标准 70 项,2019 年 1 月后实施标准 12 项。传统煤化工标准类别覆盖较为全面,但应加快标准的修订更新工作以加速淘汰落后技术,助力化解产能过剩;现代煤化工标准工作虽然近年来有了长足的进展,但主要问题在于已颁布实施的标准多偏重检验检测方法类,而煤基产品类标准偏少且仅覆盖产业链少数主要产品,另外针对煤化工行业的环保、操作规程、技术装备、工程建设等标准空白较多。现阶段,标准化工作的任务仍以新标准的研发为主,应以煤化工产业的总体发展及相关国家政策为导向,加快单位产品能耗限额、取水定额、三废排放及治理、清洁生产等节能环保类标准以及装备技术类标准的制修订工作,通过标准的建立规范和引导产业绿色、健康发展。另一方面,在推进煤炭清洁高效利用技术相关标准建立的同时,应注重加强煤化工产业与发电、油气化工、钢铁、建材等其他行业的联系并建立相关的技术标准。未来在以政府为主导、企业团体协调配合的新型标准体系的支撑及“一带一路”战略的引领下,先进、完善的标准化体系将更好地助力煤化工产业的发展。

关键词:煤化工;煤气化;煤直接液化;煤间接液化;煤制甲醇;煤制烯烃

中图分类号: TQ53

文献标志码: A

文章编号: 1006-6772(2019)06-0061-10

Status and prospect of coal chemical industry standardization in China

WANG Qinzhuo, YANG Yongzhong

(Shaanxi Coal Chemical Industry Technology Research Institute Co., Ltd., Xi'an 710065, China)

Abstract: There is abundant coal resource in China. Modern coal chemical technology is vital for energy security in our country. The traditional coal chemical industry is dominated by coking and synthetic ammonia. The modern coal chemical industry takes coal gasification and coal liquefaction as the core, including coal to natural gas, coal to oil, coal to olefins, and coal to aromatics and so on. The perfect standardization system is conducive to the further development of coal chemical industry. In this paper, the research on the standardization of coal chemical industry was introduced and the existing and upcoming national and branch standards were reviewed. The current standardization of some important fields in modern coal chemical industry was introduced in 9 main fields including coal gasification, coal indirect liquefaction, coal direct liquefaction, coal to natural gas, coal to methanol, coal to olefin, coal to aromatics, coal to glycol, and coal to dimethyl ether. Moreover, in this paper, some suggestions were put forward for the development of some new standards. The standard system

收稿日期: 2019-02-15; **责任编辑:** 白娅娜 **DOI:** 10.13226/j.issn.1006-6772.19021501

基金项目: 陕西省煤炭清洁转化和利用资源开放共享平台构建项目(2018PT-20)

作者简介: 王钦卓(1990—),女,陕西渭南人,助理工程师,硕士,从事煤化工相关分析测试工作。E-mail: wdxo.621@163.com。通讯作者: 杨永忠,男,高级工程师,博士。E-mail: yongzhongyang@126.com

引用格式: 王钦卓,杨永忠.我国煤化工标准现状及展望[J].洁净煤技术,2019,25(6):61-70.

WANG Qinzhuo, YANG Yongzhong. Status and prospect of coal chemical industry standardization in China[J]. Clean Coal Technology, 2019, 25(6): 61-70.



移动阅读

of coal chemical industry consists of four categories: basic standards, management standards, product standards and testing standards. As of January 2019, according to incomplete statistics, the 229 national and branch standards including 5 basic standards have been issued in coal chemical industry. In the traditional coal chemical industry, 154 standards have been issued and 3 standards will be implemented after January 2019. In the modern coal chemical industry, 70 standards have been issued and 12 standards will be implemented after January 2019. It is found that in the traditional coal chemical industry, standards cover a wide range of areas. However, the revision and update of the standards should be accelerated to speed up the elimination of backward technologies and help resolve overcapacity. Although the standard work of modern coal chemical industry has made great progress in recent years, the main problem lies in that the issued and implemented standards mainly focus on inspection and detection methods, while the standards of coal-based products are less and only cover a few major products in the industrial chain, and there are many blank standards for environmental protection, operating procedures, technical equipment, engineering construction, etc. in the coal chemical industry. At the present stage, the task of standardization is still dominated by the research and development of new standards, which should be guided by the overall development of coal chemical industry and relevant national policies. Accelerate the formulation and revision of energy conservation and environmental protection standards such as energy consumption quota, water intake quota, three wastes discharge and treatment, clean production and equipment technology standards, and guide the green and healthy development of the industry through the establishment of standards. On the other hand, while the establishment of relevant technical standards for clean and efficient utilization of coal is being promoted, attention should be focused on strengthening the relationship between coal chemical industry and power generation, oil and gas chemical industry, steel, building materials and other industries and establishing relevant technical standards. In the future, under the support of the new standard system led by the government and coordinated by enterprises and groups and the guidance of the "One Belt and One Road" strategy, the advanced and perfect standardization system will better facilitate the development of the coal chemical industry.

Key words: coal chemical industry; coal gasification; coal direct liquefaction; coal indirect liquefaction; coal to methanol; coal to olefin

0 引言

我国煤炭资源丰富,充分利用煤炭资源,发展其加工转化技术对发挥资源优势、优化终端能源结构、大规模补充国内石油供需缺口具有现实和长远的意义。历经70多年的探索与发展,我国现已形成以煤焦化、合成氨及电石为主的传统煤化工和以煤气化、煤液化为核心的煤制天然气、煤制油、煤制烯烃、煤制芳烃和煤制乙二醇等现代煤化工产业。

为推动煤炭高效清洁综合利用战略的实施、保证煤化工行业的核心竞争力及生产效率,就需要进一步加强煤化工标准的制定及标准技术指标的验证,积极参与国际标准化活动。

近年来,标准工作者们从不同方面对我国煤化工行业标准化工作的现状进行了分析。魏凤等^[1]运用统计学方法比较研究了我国及欧美国家煤化工技术标准,建议煤化工产业向高端化产品开发展布局。孙晓轩等^[2]介绍了现代煤化工五大示范项目的标准现状,认为现代煤化工标准在产品、工程建设、管理、安全环保等方面存在大量缺失与短板,这与其发展尚未完全成熟、现有的标准制修订程序过长、缺少国际煤化工标准先进经验可循、煤化工标准归口分散化管理等有关。针对三废排放相关标准的制定问题,标准工作者们^[3-5]提出可借鉴欧美、南非等国,引入综合毒性物质指标,有效控制三废中有毒有害

污染物排放的环境风险,或参照煤炭工业、燃煤锅炉、石油化工等行业的污染物排放标准,有针对性地制定可全面反映煤化工行业污染特征污染物的排放标准。另外,煤化工行业用煤技术条件、工程建设、能源消耗限额等方面的标准现状也有相关的文献综述^[6-8]。

目前,关于煤化工标准化工作的文献较少且时间较早,文献通常聚焦于某一较窄领域。因此,本文全面归纳了煤化工领域所涉及的国家 and 行业标准,重点介绍了现代煤化工标准的制修订情况及存在的主要问题,有助于读者明晰了解煤化工行业现行标准,从宏观上把握煤化工标准化工作的进展情况,通过对我国煤化工行业标准现状的总结和展望,为现行标准的修订、新标准的立项提供思路。

1 我国煤化工标准化现状

近年来,随着煤化工标准体系(图1)^[9]的进一步完善,煤化工行业颁布实施了多项标准,标准工作取得了一定的进展。截至2019年1月,据不完全统计,我国煤化工领域已颁布实施国标、行标229项,见表1,其中,基础标准5项,分别为GB/T 23251—2009《煤化工用煤技术导则》、GB/T 25212—2010《兰炭产品品种及等级划分》、GB/T 9977—2008《焦化产品术语》、GB/T 31428—2015《煤化工术语》和GB/T 35062—2018《低阶煤提质技术术语》。总体来看,现行标准多集中于检测方法,占标准总数的

48%。其次是管理和产品标准,分别占标准总数的28%和 22%。在管理标准中,除节能环保类标准较

多外,其他方面的标准数量较少。现行标准中以国家标准为主,其数量约为行业标准数量的 1.5 倍。

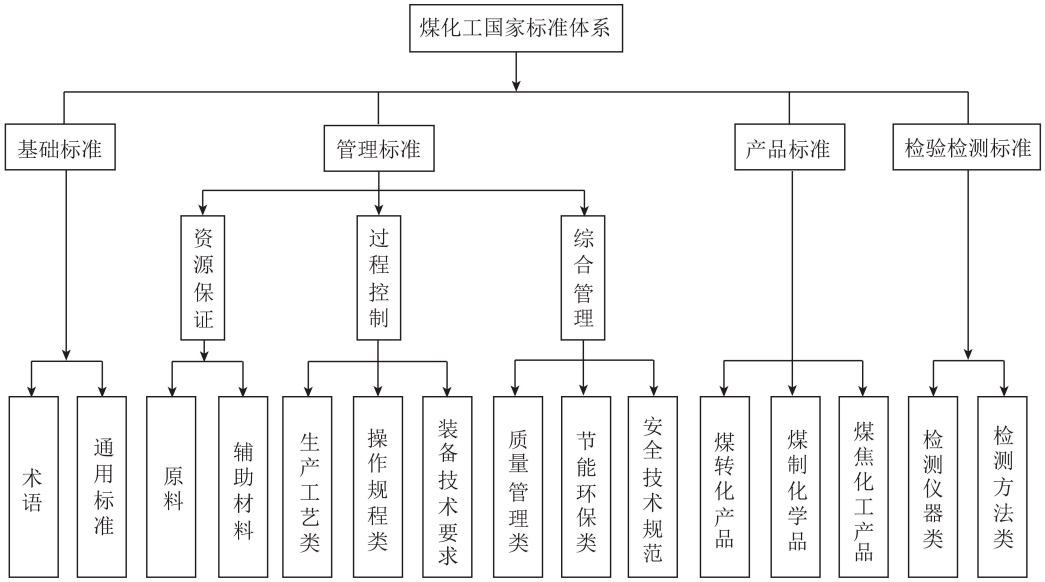


图 1 煤化工国家标准体系框架^[9]

Fig.1 National standard system framework of coal chemical industry^[9]

表 1 我国煤化工领域颁布实施国标、行标数量

Table 1 Quantity of issued national standards and branch standards in coal chemical industry

标准类别		国家标准		行业标准	合计
		强制性	推荐性		
基础标准	通用标准	0	2	0	5
	术语	0	3	0	
产品标准	煤转化产品	0	0	0	39+12=51
	煤制化学产品	1+1 ^①	2+7	0+3	
	煤焦化工产品	0	18+1	18+0	
检验检测标准	检测仪器类	0	0	1+0	81+28=109
	检测方法类	0	45+17	35+11	
管理标准	原料	0	2+7	1+1	34+30=64
	辅助材料	0	0	0+3	
	生产工艺类	1+0	0	1+0	
	操作规程类	0	0	0	
	装备技术要求	0	1+1	4+2	
	质量管理类	0	0	2+0	
	节能环保类	6+10	4+4	9+0	
	安全技术规范	1+0	1+1	1+1	
	合计	9+11=20	73+38+5=116 ^②	72+21=93	154+70+5=229

注:① 1+1 代表传统煤化工领域标准数量+现代煤化工领域标准数量,下同;② 表示基础标准不按照传统或现代进行归类。

1.1 我国传统煤化工标准现状

我国煤化工标准化工作起步较早,自 1980 年开始,已有焦化、煤制沥青等产品的国家标准,截至 2019 年 1 月,我国传统煤化工标准总数为 154 项(表 1),其中,国家标准 83 项,行业标准 71 项。于

2019 年 4 月 1 日起实施 GB/T 3780.26—2018《炭黑第 26 部分:炭黑原料油中碳含量的测定》、YB/T 4706—2018《干熄焦排焦温度的测定与计算方法》和 HG/T 5512—2018《合成氨行业绿色工厂评价导则》3 项标准。

按标准分类来看,检验检测标准 81 项,涉及焦炭、焦化产品、焦炉煤气的物理性质测定方法以及产品成分的分析检测方法。产品标准 39 项,涉及沥青、煤焦油、焦炭、焦化苯、焦化甲苯、焦化二甲苯、粗苯、焦化萘、焦化甲酚、粗酚、洗油、甲基萘油等煤焦化工产品。管理标准 34 项,主要涉及焦炭、电石、合成氨、煤基活性炭等产品的单位产品能源消耗限额、合成氨、炼焦过程的取水定额以及炼焦行业污染物的处理排放等节能环保类标准。

传统煤化工标准覆盖较为全面,但标准修订时间过长(平均修订时间约为 16 a,个别标准在长达 30 a 后才被修订),制约新兴技术及产品的进一步发展。应加快标准的修订更新工作,以适应技术升级以及产品市场变化,且有利于加速淘汰落后产能,助力供给侧结构性改革,更好地发挥标准的引领、约束作用。另外,应着力提升传统煤化工产业质量标准水平,推动化解产能过剩。

1.2 我国现代煤化工标准现状

2006 年,现代煤化工开始发展,历经多年不断的技术积累,“十二五”期间,现代煤化工行业蓬勃发展,多项示范工程建成投产,核心技术取得重大突破,产业规模快速增长。

截至 2019 年 1 月,我国现代煤化工标准总数

70 项(表 1),远少于传统煤化工标准数量,其中,国家标准 49 项,行业标准 21 项。即将实施标准 12 项。按标准分类来看,管理标准 30 项,产品标准 12 项,检验检测标准 28 项,除产品标准较少外,各类标准的数量差距不太大。在管理标准中,同传统煤化工类似,以节能环保类标准为主,占管理标准总数的 47%。

传统煤化工技术工艺已发展成熟,标准化工作也日趋完善。相比于传统煤化工对国外技术的依赖程度较大,我国现代煤化工自主创新能力明显增强,整体处于世界领先水平,这就对现代煤化工的标准化工作提出了更大挑战,一方面,我国现代煤化工产业的发展尚未完全成熟,没有足够的生产经验和生产数据的支撑;另一方面,中国现代煤化工产业缺少可引进转化的国际先进标准。以下详细介绍现代煤化工主要产业标准的制修订情况及存在问题。

2 现代煤化工标准制定情况

2.1 煤气化

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤气化标准 18 项,包括管理类国家标准 6 项、行业标准 3 项,检验检测类国家标准 9 项,见表 2。

表 2 已颁布实施的煤气化标准

Table 2 Issued standards for coal gasification

标准编号	标准名称	分类
GB/T 9143—2008	常压固定床气化用煤技术条件	管理标准>资源保证>原料
GB/T 29721—2013	流化床气化用原料煤技术条件	管理标准>资源保证>原料
GB/T 29722—2013	气流床气化用原料煤技术条件	管理标准>资源保证>原料
GB/T 31426—2015	气化水煤浆	管理标准>资源保证>原料
MT/T 1010—2006	固定床气化用型煤技术条件	管理标准>资源保证>原料
NB/T 12002.1—2015	煤气化炉制造技术条件 第 1 部分:水煤浆气化炉	管理标准>过程控制>装备技术要求
NB/T 12002.2—2015	煤气化炉制造技术条件 第 2 部分:加压固定床气化炉	管理标准>过程控制>装备技术要求
GB 29996—2013	水煤浆单位产品能源消耗限额	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 17222—2012	煤制气业卫生防护距离	管理标准>综合管理>安全技术规范
GB/T 18856.1—2008	水煤浆试验方法 第 1 部分:采样	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.2—2008	水煤浆试验方法 第 2 部分:浓度测定	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.3—2008	水煤浆试验方法 第 3 部分:筛分试验	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.4—2008	水煤浆试验方法 第 4 部分:表观粘度测定	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.5—2008	水煤浆试验方法 第 5 部分:稳定性测定	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.6—2008	水煤浆试验方法 第 6 部分:密度测定	检验检测标准>检测方法类
GB/T 18856.7—2008	水煤浆试验方法 第 7 部分:pH 值测定	检验检测标准>检测方法类
GB/T 25215—2010	水煤浆试验方法导则	检验检测标准>检测方法类
GB/T 33443—2016	煤基合成气中硫化氢、羰基硫、甲硫醇和甲硫醚的测定 气相色谱法	检验检测标准>检测方法类

现行标准涵盖常压固定床气化、流化床气化、气流床气化 3 种工艺用煤技术条件,尚缺少加压固定床气化工艺的用煤标准。除《水煤浆单位产品能源消耗限额》外,与煤气化相关的节能环保类标准,如取水定额、单位产品能耗、三废排放标准等均未建立。煤气化催化剂以及催化剂相关的测定方法方面的标准仍是空白。另外,煤基合成气组成复杂,目前仅有煤基合成气中硫化氢、羰基硫、甲硫醇和甲硫醚的测定方法,缺少针对合成气中其他成分如氯化氢、碱金属盐蒸汽、氟化氢、重金属等的测定方法标准。

2.2 煤直接液化

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤直接液化标准 12 项,包括管理类国家标准 5 项,产品类国家标准 1 项,检验检测类国家标准 5 项、行业标准 1 项,具体见表 3。2019 年 2 月 1 日实施了 GB/T 36562—2018《煤直接液化制混合芳烃》和 GB/T 26566—2018《煤直接液化 石脑油》2 项标准。

上述标准中,较少涉及煤炭直接液化的工艺流程及反应器技术条件,尚缺少煤直接液化的催化剂相关标准。另外,产品标准较少,可以针对煤直接液

化的产物如汽油、航空煤油、工业酚及油渣等,以及副产物如针状焦、碳纤维、碳微球、石墨黏结剂等建立相关的产品及检测方法标准,煤油共炼的产品柴油标准也尚未建立。在煤直接液化生产过程中,会产生约占液体原煤量 30%的液化残渣^[10],表征液化残渣性质的指标如发热量、黏结性、硫含量等目前尚无相关检测方法标准。

2.3 煤间接液化

截至 2019 年 1 月,已颁布煤间接液化相关标准 12 项,包括管理类国家标准 1 项、行业标准 1 项,产品类国家标准 2 项,检验检测类国家标准 3 项、行业标准 5 项,见表 4。2019 年 2 月 1 日起实施 GB/T 36564—2018《煤基费托合成 汽油组分油》和 GB/T 36565—2018《煤基费托合成 石脑油》,2019 年 3 月 1 日起实施 NB/T 10069—2018《煤基费托合成油、合成蜡铁含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》、NB/T 10070—2018《煤基费托合成油中正构醇的测定气相色谱法》。另外,《煤基费托合成 润滑油基础油》和《煤基费托合成 混合烯烃》行业标准的制定工作已于 2019 年开展。

表 3 已颁布实施的煤直接液化标准
Table 3 Issued standards for coal direct liquefaction

标准编号	标准名称	分类
GB/T 23810—2009	直接液化用原料煤技术条件	管理标准>资源保证>原料
GB/T 35064—2018	煤油共炼原料技术条件	管理标准>资源保证>原料
GB/T 33690—2017	煤炭液化反应性的高压釜实验方法	管理标准>过程控制>装备技术要求
GB/T 30178—2013	煤直接液化制油单位产品能源消耗限额	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 18916.34—2018	取水定额 第 34 部分:煤炭直接液化	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 31090—2014	煤炭直接液化柴油组分油	产品标准>煤制化学品
GB/T 29747—2013	煤炭直接液化 生成气的组成分析 气相色谱法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 29748—2013	煤炭直接液化 液化残渣灰分的测定方法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 30043—2013	煤炭直接液化液化残渣软化点的测定 环球法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 30044—2013	煤炭直接液化 液化重质产物组分分析 溶剂萃取法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 30045—2013	煤炭直接液化 油煤浆表观黏度测定方法	检验检测标准>检测方法类
NB/T 12005—2016	煤直接液化残渣组分分析快速溶剂萃取法	检验检测标准>检测方法类

费托合成是煤间接液化中关键的合成技术,对费托合成最具有催化活性的是第Ⅷ族过渡金属^[11],其中最常用的是 Fe 基和 Co 基催化剂。Fe 基催化剂中常用的有熔铁型和沉淀型 Fe 催化剂,另外,助剂可显著改善 Fe 基催化剂的费托合成反应性能,在 Fe 基费托催化剂中占有重要地位,而目前仅有沉淀铁催化剂建立了相关标准,熔融铁催化剂、Co 基催化剂以及助剂标准均未建立。

在节能环保方面,尚欠缺煤间接液化各类产品的单位产品能耗限额的相关标准以及三废处理或排放标准。煤间接液化产品繁多,高温费托合成产品以轻质合成油、混合烯烃为主,低温费托合成产品以重质合成油、石蜡为主,这些产品经过精炼可以生成环境友好的汽油、柴油、溶剂和混合烯烃,或经加氢异构裂解成优质溶剂油、石脑油、柴油和润滑油基础油,其他产品还包括富含高附加值产品 α -烯烃的费托合成中间产品

和以费托合成油品为原料生产的高碳醇及其下游产品^[12-14],而目前的产品标准尚未完全涵盖上述产品,与上述产品相关的检验检测标准的空白也较多。

表 4 已颁布实施的煤间接液化标准

Table 4 Issued standards for liquefaction coal indirect

标准编号	标准名称	分类
HG/T 4675—2014	费托合成沉淀铁催化剂	管理标准>资源保证>辅助材料
GB/T 18916.33—2018	取水定额 第 33 部分:煤间接液化	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 32066—2015	煤基费托合成 液体蜡	产品标准>煤制化学品
GB/T 29720—2013	煤基费托合成 柴油组分油	产品标准>煤制化学品
GB/T 27884—2011	煤基费托合成原料气中 H ₂ 、N ₂ 、CO、CO ₂ 和 CH ₄ 的测定 气相色谱法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 27885—2011	煤基费托合成尾气中 H ₂ 、N ₂ 、CO、CO ₂ 和 C ₁ ~C ₈ 烃的测定 气相色谱法	检验检测标准>检测方法类
GB/T 34273—2017	煤基费托合成 馏分燃料十六烷指数计算法 四变量公式法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 4676—2014	费托合成铁系催化剂物理性能试验方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 4677—2014	费托合成铁系催化剂反应性能试验方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 4678—2014	费托合成铁系催化剂化学成分分析方法	检验检测标准>检测方法类
NB/SH/T 0933—2016	费托合成油中正构低碳酸含量的测定 液液萃取-离子色谱法	检验检测标准>检测方法类
NB/T 12004—2016	费托合成水中有机关、静、略、盲目的测定	检验检测标准>检测方法类

2.4 煤制天然气

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤制天然气标准 2 项,包括管理类和 product 类国家标准各 1 项,见表 5。2019 年 7 月 1 日起实施 GB/T 37178—2018《车用煤制合成天然气》。

表 5 已颁布实施的煤制天然气标准

Table 5 Issued standards for coal to synthetic natural gas

标准编号	标准名称	分类
GB 30179—2013	煤制天然气单位产品能源消耗限额	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 33445—2016	煤制合成天然气	产品标准>煤制化学品

煤制天然气技术是将高碳能源向低碳、富氢能源转化的有效途径,其核心技术是甲烷化,现行标准 HG/T 2509—2012《甲烷化催化剂》^[15]、HG/T 2511—2013《甲烷化催化剂化学成分分析方法》^[16]和 HG/T 2510—2014《甲烷化催化剂活性试验方

法》^[17]仅适用于合成氨厂、甲醇厂和制氢系统内使气体中少量碳氧化物加氢生成甲烷的 J101、J105 和 J106Q 型甲烷化催化剂,主要用于上述过程中少量碳氧化物的去除。

煤制天然气的甲烷化催化剂及催化剂相关分析测试方法的标准仍然欠缺。甲烷化反应器种类较多,如列管式固定床反应器、流化床反应器和浆态床反应器,且为避免影响催化剂性能,对反应器的设计也有一定要求,而目前对于煤制天然气甲烷化反应器的技术标准尚未建立。《取水定额 第 39 部分:煤制天然气》已于 2014 年立项,但至今仍未见颁布实施。

2.5 煤制甲醇

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤制甲醇标准 7 项,包括管理类国家标准 4 项、行业标准 2 项, product 类国家标准 1 项,见表 6。

表 6 已颁布实施的煤制甲醇标准

Table 6 Issued standards for coal to methanol

标准编号	标准名称	分类
HG/T 4107—2016	甲醇合成催化剂	管理标准>资源保证>辅助材料
GB29436.1—2012	甲醇单位产品能源消耗限额 第 1 部分:煤制甲醇	管理标准>综合管理>节能环保类
GB 29436.3—2015	甲醇单位产品能源消耗限额 第 3 部分:合成氨联产甲醇	管理标准>综合管理>节能环保类
GB 29436.4—2015	甲醇单位产品能源消耗限额 第 4 部分:焦炉煤气制甲醇	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 18916.35—2018	取水定额 第 35 部分:煤制甲醇	管理标准>综合管理>节能环保类
SH/T 3197—2017	焦炉煤气制甲醇工程技术规范	管理标准>综合管理>安全技术规范
GB 338—2011	工业用甲醇	产品标准>煤制化学品

对于煤制甲醇用原料煤或型煤以及用原料气的技术条件暂无相关标准。安全技术规范方面,已建立焦炉煤气制甲醇工程技术规范,也应相应建立合成气制甲醇工程技术规范。

2.6 煤制烯烃

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤制烯烃标准 9 项,包括管理类国家标准 1 项、行业标准 1 项,产品类国家标准 2 项,检验检测类行业标准 5 项,见表 7。2019 年 7 月 1 日起实施 GB/T 37177—2018《煤基混合戊烯》。

煤制烯烃的实质是以煤为原料经甲醇制取低碳烯烃,因此,对于煤制烯烃的原料甲醇可建立技术条件标准。煤制烯烃的主要工艺包括 MTO、DMTO、MTP 等^[18],目前仅有 MTO 工艺的催化剂建立了相对完善的管理及检验检测标准,其他工艺的相关标准空白较多。

煤制烯烃反应产品气中成分较多,除主产物乙烯、丙烯外,还副产成分复杂的混合 C₄和 C₅,同时还含有少量氢气、甲烷、甲醇、二甲醚等,目前只有主产品乙烯和丙烯建立了产品标准,因此需进一步完善煤制烯烃的产品标准,并建立煤制烯烃反应产品气组成的检测方法标准。GB/T 18916.13—2012《取水定额 第 13 部分:乙烯生产》适用于以乙烷、石脑油和加氢尾气等为主要原料,通过蒸汽热裂解加工生

产乙烯^[19],针对煤制烯烃取水定额的管理标准尚未建立。

2.7 煤制芳烃

截至 2019 年 1 月,煤制芳烃领域仅颁布实施 1 项产品类行业标准,即 HG/T 5145—2017《甲醇制混合芳烃》。2019 年 7 月 1 日起实施标准 GB/T 37176—2018《醇醚基芳烃》。

现行的《甲醇制混合芳烃》标准主要适用于山西煤化所的固定床甲醇制芳烃技术(MTA),目前,国内外 MTA 技术大多处于研究阶段,我国 MTA 技术虽然已完成工业试验,但仍有许多问题需要解决,因此,煤制芳烃的标准制定工作进展较缓慢,标准缺失较为严重。煤制芳烃工艺的管理标准,如催化剂、原料等技术标准,能源消耗定额、取水定额等节能环保类标准均需等到 MTA 技术成熟后,才可开始制定工作。醇基混合芳烃产品及产品中组分的分析测定方法标准也需等待 MTA 技术的完善,虽然现行的石化行业标准中有工业芳烃产品指标(如硫含量、溴指数、有机氯、酸度等)的测定方法标准^[20-25],但标准中并未说明适用于煤制芳烃产品。

2.8 煤制乙二醇

截至 2019 年 1 月,已颁布实施的煤制乙二醇标准 3 项,包括管理类国家标准 2 项和产品类国家标准 1 项,见表 8。

表 7 已颁布实施的煤制烯烃标准
Table 7 Issued standards for coal to olefin

标准编号	标准名称	分类
HG/T 4860—2015	甲醇制低碳烯烃催化剂	管理标准>资源保证>辅助材料
GB 30180—2013	煤制烯烃单位产品能源消耗限额	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 7715—2014	工业用乙烯	产品标准>煤制化学品
GB/T 7716—2014	聚合级丙烯	产品标准>煤制化学品
HG/T 4861—2015	甲醇制低碳烯烃催化剂物理性能试验方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 4862—2015	甲醇制低碳烯烃催化剂反应性能试验方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 5190—2017	甲醇制丙烯催化剂反应性能试验方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 5191—2017	甲醇制低碳烯烃催化剂化学成分分析方法	检验检测标准>检测方法类
HG/T 5192—2017	甲醇制低碳烯烃催化剂积炭的测定	检验检测标准>检测方法类

表 8 已颁布实施的煤制乙二醇标准
Table 8 Issued standards for coal to ethylene glycol

标准编号	标准名称	分类
GB 32048—2015	乙二醇单位产品能源消耗限额	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 18916.36—2018	取水定额 第 36 部分:煤制乙二醇	管理标准>综合管理>节能环保类
GB/T 4649—2018	工业用乙二醇	产品标准>煤制化学品

煤制乙二醇的原料合成气、催化剂尚未建立技术标准。现行标准 GB/T 4649—2018《工业用乙二

醇》适用于作为生产聚酯、醇酸树脂的单体,以及作为电解电容器的电解液、抗冻液、增塑剂、溶剂等用

途的乙二醇。该标准中品质指标的确定主要考虑了石油制乙二醇的工艺过程以及 PET 企业的需求^[26],而煤制乙二醇的原料路线与石油制乙二醇区别很大,且在煤基乙二醇生产过程中会产生较多杂质,如草酸二乙酯、1,2-己二醇、乙二醇甲醚、碳酸乙烯酯、二乙二醇乙醚、1,2-丁二醇等,因此需要针对煤制乙二醇建立产品及检验检测方法标准。另外,可建立煤制乙二醇的副产物,如碳酸二甲酯、乙醇酸甲酯、1,4-丁二醇及杂醇油等的相关产品标准。

2.9 煤制二甲醚

目前已颁布实施的煤制二甲醚标准 2 项,包括管理类国家标准 1 项和产品类行业标准 1 项,见表 9。2019 年 4 月 1 日起实施 HG/T 5415—2018《甲醇气相脱水制二甲醚催化剂化学成分分析方法》和 HG/T 5417—2018《甲醇气相脱水制二甲醚催化剂活性试验方法》2 项标准。

表 9 已颁布实施的煤制二甲醚标准

Table 9 Issued standards for coal to dimethyl ether

标准编号	标准名称	分类
GB 31535—2015	二甲醚单位产品 能源消耗限额	管理标准>综合管理> 节能环保类
HG/T 3934—2007	二甲醚	产品标准>煤制化学品

煤基二甲醚可通过甲醇气相催化脱水法、甲醇液相脱水法以及合成气直接合成法得到^[27],这些方法的原料、催化剂等技术标准尚未建立。以甲醇气相催化脱水工艺为例,虽然有 2 项标准即将实施,但可用于该工艺的催化剂种类较多,如 γ - Al_2O_3 、ZSM-5 沸石分子筛、硅铝磷酸盐等^[28],反应条件因催化剂性能而异,故需要对催化剂以及催化剂各项指标的检验检测方法建立相应的标准以规范二甲醚的生产。

除上述煤化工项目外,近年来还发展了一些其他工艺煤制油项目,如甲醇制油、煤焦油加氢制油等,标准包括现行的 HG/T 5146—2017《煤基氢化油》和 2019 年 2 月 1 日起实施的 GB/T 36563—2018《甲醇制汽油组分油》。以低阶煤中、低温热解为核心的煤炭分质清洁转化技术是近年来煤化工发展的重点方向之一,其产品包括热解气、中/低温热解煤焦油、热解油加氢产品、半焦(兰炭)等^[29],目前除兰炭产品建立了相关标准外(共 4 项标准:GB/T 25212—2010《兰炭产品品种及等级划分》,GB/T 25210—2010《兰炭用煤技术条件》,GB 29995—2013《兰炭单位产品能源消耗限额》,GB/T 25211—

2010《兰炭产品技术条件》),煤炭分级分质利用的其他技术及产品尚无标准。

3 现代煤化工标准化工作主要问题及核心标准需求

与我国当前蓬勃发展的现代煤化工产业相比,其标准的制定工作仍存在巨大差距,从总体来看,主要问题是现行标准涉及面窄、覆盖面不够,多偏重检验检测,而基础、管理和产品类的标准相对较少。具体体现在以下方面:①煤基产品(包括副产品)标准尚未齐全,现行标准仅覆盖产业链少数主要产品,且产品的质量标准不严格、标准对新技术的响应滞后,可能导致无序竞争和因产品质量问题引起的仲裁,影响产品的合理定价及市场价值的体现,不利于规范产品市场;②我国虽然制定了水和大气污染物排放标准并出台多项环保政策法规,但其污染物项目不能全面反映煤化工行业的污染特征,针对煤化工行业的环保标准仍然缺乏;③操作规程、技术装备、工程建设等标准缺失严重,这类标准目前多数是参考或执行石化、电力行业标准。但随着我国煤化工项目向大型、超大型规模发展,煤化工的特殊性逐步显现,如果仍参照其他标准或一味摸索,可能会因设计、选材或操作不合理出现技术问题或埋下安全隐患。

现阶段,标准化工作的任务仍以开展新标准的申报研发为主,标准的制定工作要以煤化工产业的总体发展导向为依据,迫切着力于以下 3 点:

1) 加快单位产品能耗限额、取水定额、三废及温室气体排放、废水烟气及 VOCs 治理、清洁生产等标准项目的制修订工作,尽快补充完善遗漏缺失的项目,实现煤化工产业的节能环保标准全覆盖,用先进、合理、完善的煤化工标准体系进一步规范引导产业绿色发展,做到高碳能源低碳利用,通过标准的建立来强化生态环境和资源约束。

2) 《现代煤化工“十三五”发展指南》中指出,技术装备仍是制约煤化工发展的瓶颈^[30]。因此,应尽快建立和完善煤化工设备技术标准。目前,煤化工设备设计及选材大都没有标准可依,设备领域标准规范缺失现象较为严重,虽然现阶段一些关键工艺尚未突破、核心装备自主化程度低、过程控制方面较为落后,但可先引进或参照国际先进标准,做到标准先行,发挥标准的前瞻性作用,有效支撑产业进一步发展。

3) 《国家标准化体系建设发展规划(2016—2020 年)》中将“煤炭清洁高效利用技术”列入工业

标准化重点^[31],《煤炭清洁高效利用行动计划(2015—2020年)》针对现代煤化工产业指出了更具体的发展方向,现代煤化工的发展应注重加强不同技术间的耦合集成,推进实施煤基多联产、煤炭分质清洁转化技术以及煤化工产业与发电、油气化工、钢铁、建材等行业的统筹发展^[32]。相应的,标准的制定工作并非局限于某个单一项目的标准,而应布局于技术间的延伸耦合过程,制定相关技术规范标准。

4 结 语

标准化工作对于一个行业的发展至关重要,当前我国煤化工行业标准化工作较为滞后,标准缺失较为严重,标准工作者们还需秉承“科学发展,标准引领”的精神,根据煤化工发展过程中的新形势,不断创新完善标准的制修订工作,使煤化工标准发挥更好的技术导向作用,引领产业更好地发展。随着标准化工作的改革,现行标准体系已经逐步由政府单一供给转变为政府主导与市场需求协同发展、协调配套的新型标准体系,这对于煤化工产品和生产工艺类的行业标准、地方标准和团体标准的制定和实施是一个良好的发展契机,“强制性标准守底线、推荐性标准保基本、企业标准强质量,在技术发展快、市场创新活跃的领域培育和发展一批具有国际影响力的团体标准”是今后标准化发展的主导方向。另一方面,随着“一带一路”国家战略的实施,煤化工标准化领域也将全面深化与沿线国家和地区的双多边务实合作和互联互通,积极推进沿线国家和主要贸易伙伴国家的标准互认工作,我国优势、特色标准也将走向国门,进一步推动和服务我国企业和产业在新时代的改革开放进程。在政府各项政策的鼓励支持、协调引领下,未来“标准化+”效应将逐步凸显,为贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的社会发展理念提供强有力的技术支撑。

参考文献(References):

- [1] 魏凤,张军,钟永恒. 基于标准的主要国家煤化工产业布局及发展进程分析[J]. 中国煤炭,2011,37(9):117-122.
WEI Feng, ZHANG Jun, ZHONG Yongheng. Study on coal chemical industry distribution and developing course of main countries based on technology standards[J]. China Coal, 2011, 37(9): 117-122.
- [2] 孙晓轩,王少楠,贾登伟,等. 我国现代煤化工标准化发展现状与趋势[J]. 天然气化工(C1化学与化工), 2016, 41(5): 63-67.
SUN Xiaoxuan, WANG Shaonan, JIA Dengwei, et al. Status and trend of development of standardization in China modern coal chemical industry[J]. Natural Gas Chemical Industry, 2016, 41(5): 63-67.
- [3] 王敏燕,聂磊,王海林. 国内外煤化工行业大气污染物排放标准研究[C]//2015年中国环境科学学会学术年会论文集. 北京:中国环境科学学会, 2015:3753-3760.
- [4] 朱建卫. 美国炼焦行业水污染物排放标准的研究[J]. 工业水处理, 2017, 37(10): 103-105.
ZHU Jianwei. Study on the water pollutant discharge standards for the coking industry in the United States[J]. Industrial Water Treatment, 2017, 37(10): 103-105.
- [5] 王宏洋,赵淑霞,李敏,等. 国内外煤化工行业污染物排放标准研究及启示[J/OL]. (2018-10-09) [2019-01-30]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2215.X.20180929.1654.002.html>.
- [6] 金泽华,胡瑞生,龚雪,等. 现代煤化工用煤技术条件标准体系分析与思考[J]. 煤化工, 2016, 44(1): 19-22.
JIN Zehua, HU Ruisheng, GONG Xue, et al. Analysis and consideration of the standardization system of coal utilization technical conditions in the modern coal chemical industry[J]. Coal Chemical Industry, 2016, 44(1): 19-22.
- [7] 李永红. 建立煤化工工程建设标准体系的思考[J]. 化工进展, 2014, 33(2): 353-357.
LI Yonghong. Thoughts on the establishment of an engineering construction standard system for coal-based chemical industry[J]. Chemical Industrial and Engineering Progress, 2014, 33(2): 353-357.
- [8] 金泽华,胡瑞生,龚雪,等. 现代煤化工能源消耗限额标准体系分析[J]. 洁净煤技术, 2016, 22(2): 114-118.
JIN Zehua, HU Ruisheng, GONG Xue, et al. Interpretation of norm system of energy consumption limits for modern coal chemical industry[J]. Clean Coal Technology, 2016, 22(2): 114-118.
- [9] 全国煤化工标准化技术委员会. 煤化工国家标准体系框架[EB/OL]. (2010-08-25). http://www.gmhxz.cn/bwh/Article_Show.asp?ArticleID=108.
- [10] 钟金龙,李文博,朱晓苏,等. 煤炭直接液化残渣加氢研究进展[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(3): 37-40.
ZHONG Jinlong, LI Wenbo, ZHU Xiaosu, et al. Research on hydrogenation of coal direct liquefaction residue[J]. Clean Coal Technology, 2015, 17(3): 37-40.
- [11] 李娟,吴梁鹏,邱勇,等. 费托合成催化剂的研究进展[J]. 化工进展, 2013, 32(S1): 100-109.
LI Juan, WU Liangpeng, QIU Yong, et al. Research advances in catalysts for Fischer-Tropsch Synthesis[J]. Chemical Industrial and Engineering Progress, 2013, 32(S1): 100-109.
- [12] 蔡力宏,梁雪美. 高碳醇的市场应用及煤基费托合成高碳醇的生产工艺[J]. 合成材料老化与应用, 2017, 46(6): 123-127.
CAI Lihong, LIANG Xuemei. Application of higher alcohol and technology of Fischer-Tropsch higher alcohol[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2017, 46(6): 123-127.
- [13] 公磊,吴秀章,卢卫民,等. 煤基高温费托合成技术进展[J]. 化工进展, 2016, 35(S1): 122-129.
GONG Lei, WU Xiuzhang, LU Weimin, et al. Advances in the coal based high-temperature Fischer-Tropsch Synthesis re-

- search advances in catalysts for Fischer-Tropsch Synthesis[J]. Chemical Industrial and Engineering Progress, 2016, 35 (S1): 122-129.
- [14] 袁华,袁炜,罗春桃. 低温费托合成重质油加工利用[J]. 合成材料老化与应用, 2018, 47(1): 124-129.
- YUAN Hua, YUAN Wei, LUO Chuntao. The Processing and utilizing of low-temperature Fischer-Tropsch heavy syncrude oil[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2018, 47(1): 124-129.
- [15] 南京国昌化工科技有限公司, 南化集团研究院, 湖北双雄催化剂有限公司, 等. 甲烷化催化剂: HG/T 2509—2012[S]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [16] 南京国昌化工科技有限公司, 南化集团研究院, 川化股份有限公司催化剂厂. 甲烷化催化剂化学成分分析方法: HG/T 2511—2013[S]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [17] 川化股份有限公司催化剂厂. 甲烷化催化剂活性试验方法: HG/T 2510—2014[S]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [18] 宋彩霞, 梁吉宝, 雍晓静, 等. 煤化工生产丙烯工艺及其下游产品展望[J]. 煤化工, 2013, 41(5): 63-65.
- SONG Caixia, LIANG Jibao, YONG Xiaojing, et al. Coal chemical-based propylene production process and its expected downstream products[J]. Coal Chemical Industry, 2013, 41(5): 63-65.
- [19] 中国石化工程建设公司, 中国标准化研究院, 中国石油天然气股份有限公司炼油与化工分公司. 取水定额 第13部分: 乙烯生产: GB/T 18916.13—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [20] 上海石油化工研究院. 工业芳烃中微量硫的测定 微库伦法: SH/T 1147—2008[S]. 北京: 中国石化出版社, 2008.
- [21] 中国石化扬子石油化工有限公司. 工业芳烃溴指数的测定 库伦滴定法: SH/T 1551—2018[S]. 北京: 中国石化出版社, 2018.
- [22] 上海石油化工研究院. 工业芳烃中有机氯的测定 微库伦法: SH/T 1757—2006[S]. 北京: 中国石化出版社, 2006.
- [23] 上海石油化工研究院. 工业芳烃酸度的测定 滴定法: SH/T 1765—2008[S]. 北京: 中国石化出版社, 2008.
- [24] 中国石化扬子石油化工有限公司. 工业芳烃溴指数的测定 电位滴定法: SH/T 1767—2008[S]. 北京: 中国石化出版社, 2008.
- [25] 中国石化扬子石油化工有限公司. SH/T 1820—2018, 工业芳烃痕量硫的测定 紫外荧光法[S]. 北京: 中国石化出版社, 2018.
- [26] 中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司, 中国石油化工股份有限公司上海石油化工研究院, 中国石化扬子石油化工有限公司, 等. 工业用乙二醇: GB/T 4649—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [27] 胡志鹏. 煤制二甲醚的生产与应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(5): 37-39.
- HU Zhipeng. Production and application of coal-based dimethyl ether[J]. Coal Processing & Comprehensive Utilization, 2008(5): 37-39.
- [28] 黎汉生, 徐航, 吴芹. 用于甲醇脱水制二甲醚的固体酸催化剂的研究进展[J]. 石油化工, 2010, 39(9): 1052-1058.
- LI Hansheng, XU Hang, WU Qin. Progresses in study of solid acid catalysts for dimethyl ether synthesis through methanol dehydration[J]. Petrochemical Technology, 2010, 39(9): 1052-1058.
- [29] 甘建平, 马宝岐, 尚建选, 等. 煤炭分质转化理念与路线的形成和发展[J]. 煤化工, 2013, 41(1): 3-6.
- GAN Jianping, MA Baoqi, SHANG Jianxuan, et al. Formation and development of the coal grading conversion ideas[J]. Coal Chemical Industry, 2013, 41(1): 3-6.
- [30] 国家煤化工网. 现代煤化工“十三五”发展指南[EB/OL]. (2016-05-13) [2019-02-27]. <http://www.coalchem.org.cn/dujia/html/800214/173156.html>.
- [31] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于印发国家标准化体系建设发展规划(2016—2020年)的通知[EB/OL]. (2015-12-17) [2019-02-27]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-12/30/content_10523.htm.
- [32] 国家能源局. 国家能源局关于印发《煤炭清洁高效利用行动计划(2015—2020年)》的通知[EB/OL]. (2015-04-27) [2019-02-27]. http://zfxgk.nea.gov.cn/auto85/201505/t20150505_1917.htm.