

# 现代煤化工能源消耗限额标准体系分析

金泽华<sup>1</sup>, 胡瑞生<sup>1</sup>, 龚雪<sup>1</sup>, 胡佳楠<sup>2</sup>, 杜娟<sup>2</sup>, 李应彤<sup>2</sup>, 李强<sup>2</sup>

(1. 内蒙古大学 化学化工学院, 内蒙古 呼和浩特 010021;

2. 内蒙古石油化工监督检验研究院 国家天然气煤化工产品质量监督检查中心, 内蒙古 呼和浩特 010021)

**摘要:**为加深对目前颁布实施的现代煤化工能源消耗限额标准体系的认识, 促进我国煤化工产业健康有序地发展, 从技术要求、统计范围、节能措施三方面介绍现代煤化工产业中的煤制甲醇、煤制水煤浆、煤直接液化、煤制天然气和煤制烯烃 4 个工艺的能源消耗限额标准, 同时结合我国现代煤化工发展现状对我国现代煤化工能源消耗限额体系进行分析。分析发现, 目前我国新型煤化工能源消耗限额标准体系已初步建立, 但还缺少煤间接液化、煤制乙二醇、褐煤提质等领域的能源消耗限额制定标准, 同时部分已建立的标准在内容上还不够完善。应结合我国煤化工领域的实际情况, 尽快补充、更新和完善这方面的标准体系。

**关键词:**现代煤化工; 能源消耗; 限额标准; 标准体系

中图分类号: TQ536.1 文献标志码: A 文章编号: 1006-6772(2016)02-0114-05

## Interpretation of norm system of energy consumption limits for modern coal chemical industry

JIN Zehua<sup>1</sup>, HU Ruisheng<sup>1</sup>, GONG Xue<sup>1</sup>, HU Jia'nan<sup>2</sup>, DU Juan<sup>2</sup>, LI Yingtong<sup>2</sup>, LI Qiang<sup>2</sup>

(1. School Chemistry and Chemical Engineering, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China; 2. Institute of Petrochemical Supervision and Inspection in Inner Mongolia Hohhot, National Inspection and Test Center of Product in Natural Gas Chemical Industry, Hohhot 010021, China)

**Abstract:** In order to promote the development of coal chemical industry, the latest issued norm system of energy consumption limits for the processes of coal to methanol, coal to coal water mixture, direct coal to oil, coal to synthetic nature gas and coal to olefin were analyzed from the aspects of technical requirements, statistical ranges and energy-saving means. Based on the status of modern coal chemical industry in China, there were still no norm system of energy consumption limits for the processes of indirect coal liquefaction, coal to ethylene glycol and lignite upgrading. For existing system, many places needed to be perfect.

**Key words:** modern coal chemical industry; energy consumption; limit standard; norm system

## 0 引 言

我国是一个“多煤贫油少气”的国家, 是目前世界上第一大煤炭生产和消费国, 已探明煤炭储量已超过 5.9 万亿 t, 其储量占据三大化石类能源的 90% 以上, 煤炭消耗也占我国能源总消耗的 70% 以上<sup>[1]</sup>。现代煤化工能源消耗限额标准是在企业发展相关现代煤化工产业过程中, 将所消耗的一次能

源、二次能源以及耗能工质进行折算, 并做出相应限定, 制定出以煤为原料的化工企业在生产单位产品所消耗的限额要求、统计范围和计算方法、节能管理与措施等内容的标准, 用于企业节能目标责任考核、淘汰落后产能、固定资产投资项目节能评估和审查、能效对标、节能监察等。大力发展煤化工产业符合我国“多煤少油贫气”的基本能源结构, 但作为高耗能产业之一, 在发展煤化工产业时必须考虑煤化

收稿日期: 2015-10-15; 责任编辑: 孙淑君 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2016.02.023

基金项目: 内蒙古自治区质量技术监督局“新型煤化工标准体系建设”标准化项目(201505-1704)

作者简介: 金泽华(1993—), 男, 浙江义乌人, 主要从事煤化工标准的研究工作。通讯作者: 胡瑞生(1960—), 男, 内蒙古呼和浩特人, 教授, 主要从事煤化工与催化材料研究工作。E-mail: huruisheng@126.com

引用格式: 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.

工能耗问题。为此,在日益严格的能源消耗要求和快速发展的煤化工产业的大背景之下,建立符合我国国情的煤化工能源消耗限额标准化体系,有利于提高能源利用效率,降低能源消耗,减少污染物的排放,降低生产成本。符合我国保护环境、节约资源的基本国策,对煤化工快速、持续、健康发展具有重要意义。近年来,姜英、罗隽飞等就我国煤炭工业用煤标准化和煤炭国际化等方面做了相关的研究和总结<sup>[2-6]</sup>,但目前针对现代煤化工能源消耗标准相关方面的报道不多见。笔者结合近年我国迅速发展的煤化工产业,对目前颁布实施的我国煤化工方面能源消费体系进行介绍,同时指出我国在煤化工能源消耗标准体系中存在的一些问题。

## 1 现代煤化工能源消耗限额标准基本情况

现代煤化工是以煤为原料,通过化学加工转化为低碳氢比的气体或液体产品,主要包括煤间接液化技术,即利用合成气通过费托合成制油和蜡等;煤制甲醇及甲醇转化制烯烃、醋酸、甲醛和三聚甲醛,甲醇转汽油(MTG)、二甲醚、混合醇和乙二醇;煤制天然气等<sup>[7-10]</sup>,如图1所示,其中煤制电石、煤炭焦化、煤合成氨工艺被认为是传统煤化工产业。

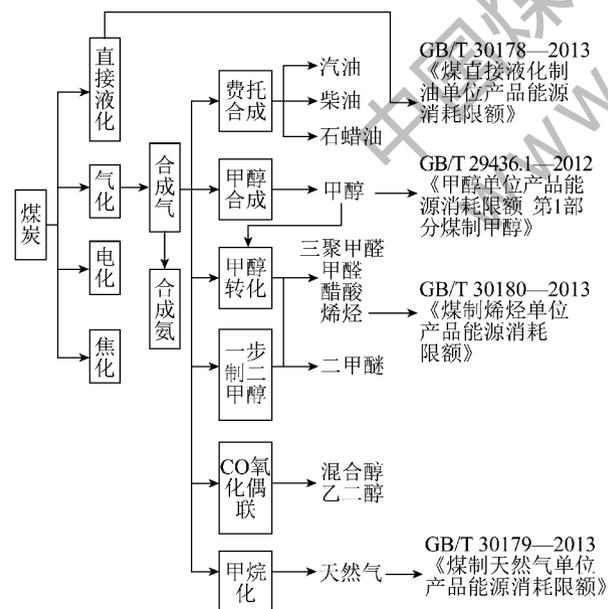


图1 现代煤化工工艺产业链及相关能源消耗限额标准

Fig. 1 The modern coal chemical industries and the related norms of the energy consumption

现代煤化工能源消耗限额是指生产单位合格煤化工产品(或加工、处理单位原料)所允许的能源消耗量,限额包括单位产品能源消耗限定值、准入值以

及先进值三方面内容。GB/T 12723—2013《单位产品能源消耗限额编制通则》标准于2014年7月在我国正式实施,该标准规定能源消耗限额标准应根据国家法规、产业政策,近3~5 a行业能源消耗数据,现有生产装置、工艺技术和用能设备的节能现状及成本效益,主要生产装置、工艺技术和用能设备的技术发展趋势和节能潜力,实施节能改造、提升能效经济可行性等,建立术语定义、单位产品能源消耗限定值、单位产品能源消耗准入值、单位产品能源消耗先进值、能源消耗统计范围、能源消耗计算方法、节能措施、能源折标准煤参考系数等8项内容的标准。其中单位能源消耗限定值是指现有企业(装置)生产单位合格产品(或加工、处理单位原料)所允许消耗的能源量;单位产品能源消耗准入值指的是新建或改建企业(装置)生产单位合格产品(或加工、处理单位原料)所允许消耗的能源量;单位产品能源消耗先进值是指新建或改建企业(装置)生产单位合格产品(或加工、处理单位原料)能源效率达到领先水平所消耗的能源量<sup>[11]</sup>。目前,按单位产品能源消耗限额编制通则制定的新型煤化工能源消耗限额标准主要有:GB/T 29436.1—2012《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分:煤制甲醇》,GB/T 29996—2013《水煤浆单位产品能源消耗限额》,GB/T 30178—2013《煤直接液化制油单位产品能源消耗限额》、GB/T 30179—2013《煤制天然气单位产品能源消耗限额》、GB/T 30180—2013《煤制烯烃单位产品能源消耗限额》4个标准,涉及煤制甲醇、煤直接液化、煤制天然气、煤制烯烃等行业。

## 2 现代煤化工产业能源消耗限额标准分析

### 2.1 现代煤化工产业单位产品能耗限额技术要求

单位产品能源消耗限额标准中的技术要求是由相应的产业单位产品能源消耗限定值、准入值、先进值三部分组成,具有强制性。单位产品能源消耗限定值是评价现有现代煤化工生产企业单位产品能耗是否满足最低能耗要求的指标,以淘汰一定比例的现有高能耗落后产能为取值原则。现代煤化工单位产品能源消耗准入值是评价新建及扩建现代煤化工企业是否能够达到准入能耗要求的指标,是基于技术发展趋势和节能潜力分析制定的,以现代煤化工行业国内能效先进水平为取值原则,并且有一定的技术前瞻性。在对技术发展趋势和节能潜力分析基础上,单位能源消耗准入值应达到行业领跑者的能

效水平。技术要求的建立有助于促进现代煤化工产业节能技术进步和能效水平提升,支撑国家节能减排、调整和优化产业结构等产能政策措施。

根据对我国已经颁布实施的现代煤化工能源消耗限额技术要求的比较和分析,煤制甲醇、煤制水煤浆、煤直接液化和煤制天然气4个产业的能源消耗限额标准已经具备较为完整的技术要求。《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分煤制甲醇》标准规定,原料为褐煤时,限定值要求单位产品综合能耗不能大于2 400 kgce/t,准入值要求不能大于2 000 kgce/t,先进值要求不能大于1 900 kgce/t;烟煤为原料时,限定值要求单位产品综合能耗不能大于2 200 kgce/t,准入值要求不能大于1 800 kgce/t,先进值要求不能大于1 700 kgce/t;烟煤为原料时,限定值要求单位产品综合能耗不能大于1 800 kgce/t,准入值要求不能大于1 600 kgce/t,先进值要求不能大于1 600 kgce/t<sup>[12]</sup>。

《水煤浆单位产品能源消耗限额》标准要求,哈氏可磨性指数  $HGI > 60$  时,水煤浆产业中用分级研磨制浆工艺制备燃料水煤浆单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值分别小于35、33和28 kWh/t,其他制浆工艺制备燃料水煤浆单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值分别小于45、38和28 kWh/t;在  $HGI \leq 60$  时,水煤浆产业中用分级研磨制浆工艺制备燃料水煤浆单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值分别小于40、40和34 kWh/t,其他制浆工艺制备燃料水煤浆单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值分别为小于50、50和17 kWh/t<sup>[13]</sup>。

《煤直接液化制油单位产品能源消耗限额》标准规定在电力折标准煤系数采用当量值时,煤直接液化制油企业单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值应不大于2 200、1 900 kgce/toe和1 900 kgce/toe<sup>[14]</sup>。

《煤制天然气单位产品能源消耗限额》标准规定在电力折标准煤系数采用当量值时,煤制天然气企业单位产品能源消耗限定值、准入值和先进值应不大于1.5、1.4 kgce/m<sup>3</sup>和1.3 kgce/m<sup>3</sup><sup>[15]</sup>。但针对煤制烯烃产业的《煤制烯烃单位产品能源消耗限额》标准中,其技术要求只针对煤制烯烃产业的限定值和先进值进行规定,缺少先进值的具体说明。该标准规定在电力折标准煤系数采用当量值时,产品为乙烯和丙烯的煤制烯烃企业单位产品能源消耗

限定值应不大于4 000 kgce/t,产品为丙烯的煤制烯烃企业单位产品能源消耗限定值应不大于5 500 kgce/t;煤制烯烃企业单位产品能源消耗先进值也根据企业产品结构不同有所区别,产品为乙烯和丙烯的企业单位产品能源消耗先进值不大于1.3 kgce/t,产品为丙烯的企业单位产品能源消耗先进值不大于5 200 kgce/t<sup>[16]</sup>。

## 2.2 现代煤化工产业单位产品能耗限额统计范围

统计范围在现代煤化工产业单位产品能源消耗标准中具有十分重要的作用,不同的统计范围将对计算方法和技术要求等产生影响,因此现代煤化工产业单位产品能耗限额取值应遵循样本具有代表性且数量多,明确各个生产系统中应纳入能源消耗统计范围的用能工艺、装置、设施和设备等原则。综合能耗是指在新型煤化工产业生产过程中各种能量总量,其值为报告期内生产过程中所输入的各种能量之和减去向外输出的各种能量之和,通常将各种能量按一定标准转化为标准煤或标准油,即  $E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) - \sum_{j=1}^m (E_j \times k_j)$  ( $E$  为综合能耗;  $E_i$  为输入第  $i$  种能量实物量;  $k_i$  为第  $i$  种能源的折标系数;  $n$  为输入能量总类数;  $E_j$  为输出第  $j$  种产品实物量;  $k_j$  为输出第  $j$  种产品的折标系数;  $m$  为输出的能量总类数)<sup>[11]</sup>。其中输入能量包括生产、辅助生产和附属生产系统所消耗的各种能量、损失量和生产使用的耗能工质所消耗的能量。输出能量主要指向外输出的其他产品或装置使用的能量。由于不同现代煤化工产业所涉及的工艺、装置、设备等不同,所以所对应的能源消耗标准需要对这些内容做出进一步的详细规定。

《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分煤制甲醇》标准规定在煤制甲醇生产过程中,所涉及的一次能源包含原煤、石油、天然气等,二次能源包含电力、热力、石油制品、焦炭、煤气等,耗能工质包含水、氧气、压缩空气等能源;生产系统主要包括原料煤的准备、气化、变换、净化、甲醇合成、甲醇精馏等,辅助生产系统主要包括气化剂制备、水处理及循环冷却水系统、供热系统、仪表控制等;附属生产系统主要包括三废治理、机修、电修等;生产甲醇所输出能量包括三废中未利用的能量、外供粗甲醇所消耗的能量等<sup>[12]</sup>。但该标准存在的问题是没有对低位发热量的转换标准进行规定说明,即在单位“kJ”和“kgce”之间缺少转换标准。

在《水煤浆单位产品能源消耗限额》标准中水煤浆的能量统计范围的规定则相对简单,其主要生产系统包括备煤、制浆、储存和添加剂配加等工段、辅助生产系统包括机修、化验、计量、食堂等<sup>[13]</sup>,存在的问题是标准并没有对辅助生产系统、附属生产系统的具体内容进行规定。

《煤直接液化制油单位产品能源消耗限额》标准规定煤直接液化行业的主要生产系统包括备煤、催化剂制备、煤液化、加氢稳定、加氢改质、轻烃回收和制氢等生产装置;辅助生产系统是为主要生产系统服务的公用工程、热负荷安全环保等工艺过程、设施和设备;附属生产系统是为生产系统配备的服务部门和单位<sup>[14]</sup>。在煤直接液化的能源消耗限额标准中,存在的问题是对无实测产品低位发热量条件的企业的标准油折算标准并没有进行明确的说明。

《煤制天然气单位产品能源消耗限额》标准对现代煤化工行业的煤制天然气行业的能量统计范围进行了明确的规定,标准规定主要的生产系统包括配煤、空分、气化、净化、甲烷化和产品压送等;辅助生产系统是为主要生产系统服务的公用工程、热负荷安全环保等工艺过程、设施和设备;附属生产系统是为生产系统配置的部门和单位<sup>[15]</sup>。可见,该标准具有相对完善的能源消耗限额的统计范围。

《煤制烯烃单位产品能源消耗限额》标准规定,在煤制烯烃产业中主要生产系统包括备煤、气化、空分、变换净化、甲醇合成、甲醇制烯烃、烯烃分离和硫回收等装置;辅助生产系统是为主要生产系统服务的公用工程、热负荷安全环保等工艺过程、设施和设备;附属生产系统是为生产体系配备的服务部门和单位<sup>[16]</sup>。因此,煤制烯烃产业的能源消耗限额的统计范围相对来说也较为完善。

### 2.3 现代煤化工产业单位产品能耗限额节能措施

现代煤化工是我国能源消耗的重点产业之一,在相应的标准中建立有效具体的节能管理措施标准,对现代煤化工企业提高能源效益、降低能源成本和提高核心竞争力具有重大意义。从已经颁布实施的现代煤化工产业标准来看,节能管理方面主要由节能基础管理、节能技术管理两方面组成。从节能基础管理方面来看,我国已经出台了《用能单位能源计量器具配备和管理通则》《能源管理体系要求》《能源管理体系实施指南》《工业企业能源管理导

则》等标准,在能源计量管理、能源统计分析等方面做出相关规定,但是在节能责任考核体系、能耗统计归档、记录文件受控管理等方面还缺少相应的标准。节能技术管理又包含节能技术和经济运行两方面。从节能技术来看,生产企业要大力推进高效节能的新工艺、技术和设备的研发,同时淘汰老旧设备,推广高效节能环保技术,推进企业高效节能清洁生产。从经济运行角度看,企业应使生产通用设备达到经济运行的状态,这就要求在深入了解现代煤化工各个产业具体步骤与设备的基础上,对生产设备进行经济运行标准的建立,如目前在煤制甲醇生产中,已经具有《交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则》《三相异步电动机经济运行》《电力变压器经济运行》等相关设备的经济运行标准。但结合现代煤化工的生产工艺来看,目前所建立的经济运行标准还缺乏现代煤化工产业的主要生产设备的经济运行标准。

## 3 对 策

1) 结合我国现代煤化工产业的发展,目前建立的现代煤化工能源消耗限额标准体系还需要进一步补充和完善。从标准的体系上来看,目前只对煤制甲醇、煤直接液化、煤制天然气、煤制烯烃4个产业进行能源消耗限额的设定,还缺少对煤间接液化、煤制乙二醇、褐煤提质等领域制定相应的能源消耗限额标准。这可能与未制定标准的产业工艺有关,例如煤间接液化涉及煤的气化和费托合成液态燃油,整个过程涉及的工艺复杂、使用的能源多而繁杂,造成能源消耗限额标准建设相对比较困难,因此可以把能源消耗标准的制定贯穿到煤化工生产技术的发展 and 产业化全过程中,在研究开发中安排相关标准化建设专项。就标准在内容上来看,《甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分:煤制甲醇》中缺少的对低位发热量的转换标准进行规定说明,可根据其他标准上的转换关系进行相应补充,即  $29\ 307\ \text{kJ} = 1\ \text{kgce}$ ;《煤直接液化制油单位产品能源消耗限额》标准中对产品低位发热量缺少实测条件的企业未进行明确说明的问题,则需要对相应的柴油、石脑油、液化气等3项产品的低位发热量进行参考值的标准补充。此外,《煤制烯烃单位产品能源消耗限额标准》中缺少相关准入值的设定,则需要在对相关产业的工艺、设备、产品、发展等方面调研、分析的基础上加以补充。

2)在颁布实施的所有涉及现代煤化工产业的能源消耗限额标准中,就节能管理与措施方面虽然已经出台了诸如《用能单位能源计量器具配备和管理通则》、《能源管理体系 要求》等标准,但随着我国现代煤化工产业的迅猛发展,以及对产业的不断深入细分,目前出台的这些标准已经无法满足对现代煤化工产业节能管理上的需求,2015年9月11日颁布的 GB/T 32042—2015《煤炭行业能源管理体系实施指南》将于2016年4月开始实施,有望对现代煤化工产业的管理职责、能源方针、法律法规和相关文件、能源基准、能源绩效参数、指标及实施方案、运行控制、采购、测量等多方面加以完善。此外,缺少对现代煤化工产业设备经济运行标准也是节能管理中暴露出来的问题,从已建立的经济运行标准来看,主要涉及测试与计算方法、技术经济指标、运行管理等内容,这就要求对相关仪器的技术参数要求、能效限定值、能效评价、运行方式等全面的了解,但现代煤化工产业涉及的工艺设备繁杂多样,很多工艺和设备由国外引进,一些工艺设备也正在探索与试运行阶段,因此,建立起具体全面的现代煤化工产业经济运行标准任重而道远。

## 4 结 语

就目前颁布实施的新型煤化工能源消耗限额标准体系总体而言,涉及基础、评价分级、消耗限额、管理4个方面,已初步形成一个标准化体系。但结合目前我国新型煤化工产业发展来看,现有的能源消耗限额标准不能完全覆盖我国新型煤化工的所有产业中的所有产品,同时在内容上也需要完善和补充。因此,在未来的标准化建设中,除完善一些内容之外,还应当结合我国能源体系的基本结构以及煤化工具体发展的重要领域,建立起更为完善的我国新型煤化工产业领域能源消耗限额和管理标准体系,同时在评价分级、质量与测试方法标准等方面也要相应配套建设,形成一种较为完善的煤化工标准体系,使我国煤化工产业健康有序地发展。

### 参考文献:

- [1] 胡瑞生,李玉林,白雅琴.现代煤化工基础[M].北京:化学工业出版社,2012:152-173.  
Hu Ruisheng, Li Yuling, Bai Yaqin. Fundamentation of the modern coal chemical industry [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2012:152-173.
- [2] 姜英,刘峰,刘富.我国煤炭工业标准化现状与发展需

求分析[J].煤质技术,2006(1):8-11.

Jiang Ying, Liu Feng, Liu Fu. Analysis on present status and future development demands of standardization work of coal industry in China[J]. Coal Quality Technology, 2006(1):8-11.

- [3] 姜英.煤化工用煤技术标准体系研究[J].煤炭科学技术, 2008,36(12):86-89.  
Jiang Ying. Research on standard system of coal used in coal chemical engineering[J]. Coal Science and Technology, 2008,36(12):86-89.
- [4] 罗隽飞,姜英.煤炭国际标准化发展现状与展望[J].煤质技术,2006(2):1-3.  
Luo Yunfei, Jiang Ying. Status and development of coal international standardization[J]. Coal Quality Technology, 2006(2):1-3.
- [5] 罗隽飞,姜英,刘峰.中国商品煤质量标准体系研究与构建[J].中国煤炭,2015,41(3):15-18.  
Luo Yunfei, Jiang Ying, Liu Feng. Status and development of standardization of resource conversation and comprehensive utilization of coal[J]. China Coal, 2015,41(3):15-18.
- [6] 姜英.国家标准《动力配煤规范》的制定与实施[J].煤质技术,2015(1):1-3.  
Jiang Ying. The establishment and execution of national standard "Rules for steam coal blending" [J]. Coal Quality Technology, 2015(1):1-3.
- [7] 孙启文,吴建民,张宗森,等.煤间接液化技术及其研究进展[J].化工进展,2013,32(1):1-12.  
Sun Qiwen, Wu Jianmin, Zhang Zongsen, et al. Indirect coal liquefaction technology and its research progress[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2013,32(1):1-12.
- [8] 段清兵.中国水煤浆技术应用现状与发展前景[J].煤炭科学技术,2015,43(1):129-133.  
Duan Qingbing. Application status and development prospect of coal water mixture technology in china [J]. Coal Science and Technology, 2015,43(1):129-133.
- [9] 李传锐,刘永健,李春启,等.我国煤制天然气发展现状、政策与应用分析[J].化学工业,2015,33(1):1-9.  
Li Chuanrui, Liu Yongjian, Li Chunqi, et al. Analysis of the present status, the policy and application development of coal to SNG in China[J]. Chemical Industry, 2015,33(1):1-9.
- [10] 吴秀章.煤制低碳烯烃工业示范工程最新进展[J].化工进展,2014,33(4):787-794.  
Wu Xiuzhang. Latest progress of coal to light olefins industrial demonstration project [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2014,33(4):787-794.
- [11] GB/T 12723—2013,单位产品能源消耗限额编制通则[S].
- [12] GB/T 30178—2013,煤直接液化制油单位产品能源消耗限额[S].
- [13] GB/T 29436.1—2012,甲醇单位产品能源消耗限额 第1部分:煤制甲醇[S].
- [14] GB/T 29996—2013,水煤浆单位产品能源消耗限额[S].
- [15] GB/T 30179—2013,煤制天然气单位产品能源消耗限额[S].
- [16] GB/T 30180—2013,煤制烯烃单位产品能源消耗限额[S].