

煤制天然气(SNG)技术现状

钱卫¹, 黄于益^{1,2}, 张庆伟¹, 杜铭华², 解强¹

(1. 中国矿业大学(北京) 化学与环境工程学院, 北京 100083;

2. 中国神华煤制油有限公司, 北京 100011)

摘要: 对国内外现有煤制天然气技术进行综述性评价的基础上, 分析、比较了各项技术的工艺流程、技术特点, 根据中国煤炭资源及能源生产和消费的特点, 对煤制天然气技术的发展提出了建议。

关键词: 煤制天然气; 气化炉; 甲烷化

中图分类号: TD94; TQ54

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)01-0027-06

天然气是一种使用安全、热值高的清洁能源, 其主要成分是甲烷, 与相同质量的煤炭相比, 燃烧排放的 CO_2 仅为煤炭的 40%, 没有废水、废渣产生。因此, 天然气被广泛应用于发电、化工、城市燃气、汽车燃料等行业, 是世界上主要的清洁能源之一。但是, 中国的天然气资源稀少, “富煤、贫油、少气” 是中国的能源分布特点^[1-3]。随着中国国民经济的迅速发展, 对天然气资源的需求也持续增加, 截止到 2008 年全国天然气缺口为 100 亿 m^3 左右, 至“十一五”末缺口将达到 200 亿 m^3 ^[4]。要解决中国天然气的供求矛盾问题除了要立足国内现有资源外, 还必须多渠道、多方式扩大资源供给, 满足日益增长的市场需求。中国煤炭资源丰富, 尤其是低变质程度煤的储量大, 这部分煤不适宜长距离运输, 需要就地加工利用, 发展煤制天然气既是清洁加工利用煤炭资源的有效途径^[5], 也可以有效补充中国天然气资源的供给。

煤制天然气与其他煤化工技术相比, 具有设备流程简单、技术成熟可靠、单位热值投资成本低、生产过程污染物较少、生产效率高以及废热循环利用等优点。早在 20 世纪 50 年代国外就展开了煤制天然气技术的研究, 有些已经正式投产, 中国在 20 世纪 80 年代也开始了煤气甲烷化的研究, 但主要集中在

在甲烷化催化剂的研发方面。笔者对国内外现有煤制天然气技术进行综述性评价的基础上, 分析、比较了各项技术的工艺流程、技术特点, 以期掌握国内外煤制天然气技术的发展现状, 指导国内煤制天然气的生产实践。

1 煤制天然气技术路线

传统的煤制天然气技术是以煤炭为原料, 气化生产合成气, 经净化和转化以后, 在催化剂的作用下发生甲烷化反应, 生产热值符合规定的替代天然气(Substitute Natural Gas), 也被称为煤气化转化技术。

近年来, 也出现了直接合成天然气技术, 是将煤气化和甲烷化合并为一个单元直接由煤生产富甲烷气体, 典型工艺有加氢气化和催化气化工艺 2 种。

相比直接合成天然气技术, 煤气化转化技术需要的设备较多, 投资较高, 但技术非常成熟, 甲烷转化率高, 技术复杂度略低, 因此应用更加广泛, 是煤制天然气中的主流工艺。

煤制天然气技术主要使用固定床反应器和流化床反应器, 其中, 固定床甲烷化技术比较成熟, 应用也更加广泛。催化剂以镍系催化剂为主, 这种催

收稿日期: 2010-10-27

作者简介: 钱卫(1982—), 男, 山东济宁人, 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院在读博士研究生, 助理工程师, 主要从事煤化工方面的研究。通讯作者: 解强, E-mail: dr-xieq@cumt.edu.cn

化剂活性高,寿命长,但容易被硫毒化。近年来出现了以钼系催化剂为代表的耐硫催化剂,节约了合成气脱硫成本,但活性没有镍系催化剂高。

2 煤气转化技术制备天然气

一般情况下,经煤气化得到的合成气的 H_2/CO 比达不到甲烷化的要求,因此需要经过气体转换单元提高 H_2/CO 比。有些工艺有单独的气体转换单元,提高 H_2/CO 比后再进入甲烷化单元,称为两步法甲烷化工艺;有些工艺将气体转换单元和甲烷化单元合并为一个部分同时进行,称为一步法甲烷化工艺。

2.1 两步法甲烷化工艺

(1) Lurgi 工艺

19 世纪六七十年代,固定床甲烷化气化单元普遍使用的是德国的 Lurgi 气化炉。Lurgi 公司和 SASOL 公司在南非的 Sasolburg 建立了一家试验工厂,另一家试验工厂由 Lurgi 公司和澳大利亚 EL. Paso 天然气公司建立^[6-7]。在 Lurgi 和 SASOL 的基础上,第一家煤制天然气工厂——大平原合成燃料厂在美国的北达科他州建立。工艺包括 14 个 Lurgi Mark IV 固定床气化炉,日处理褐煤 18000 t,使用的气化剂为氧气和水蒸气。生产的气体中含有 8%~10% 的甲烷,经过分离工艺可得到富甲烷气体 (SNG),剩余气体富含有效合成气 ($CO + H_2$),这部分气体有 1/3 进入气体转换单元提高 H_2/CO 比,再经过低温甲醇洗除去烃类和硫化物,此时硫化物的含量可以控制在 2×10^{-8} 以下,可以保证催化剂的寿命维持在 4 a 左右,然后合成气进入甲烷化单元,该单元由 2 个绝热固定床反应器组成,第一个反应器入气温度 300 °C,出气温度 450 °C,第二个反应器入气温度 260 °C,出气温度 315 °C。最初使用的催化剂是 BASF 公司生产的高镍甲烷化催化剂,CO 转化率大于 98%,后来改用 Davy 公司生产的 CRG 催化剂,CO 的转化率可达 100%, CO_2 的转化率可达 98%。得到的气体产品经压缩、干燥除去 CO_2 后就生产出 SNG,通过天然气管道输送给用户。副产 CO_2 被附近油田用于提高采油率,气化剂氧气是通过分离空气生产的,同时副产 N_2 ,Xe 和 Kr,甲烷化反应后还会副产石脑油和酚。图 1 为 Lurgi 法生产 SNG 的工艺流程。

Lurgi 工艺投资成本低,单线生产能力大,转化率高,可操作性强,生产的合成天然气品质高,副产品种类多,技术成熟度高,经过商业化规模的验证

运行稳定,但是由于此工艺采用的是 Lurgi 气化 + 绝热循环稀释甲烷化技术,而 Lurgi 气化效率不高,绝热循环稀释要消耗大量的能量,相当于甲烷化反应产生的 50% 的能量,不能做到自身的能量平衡,所以此工艺的能效较低。

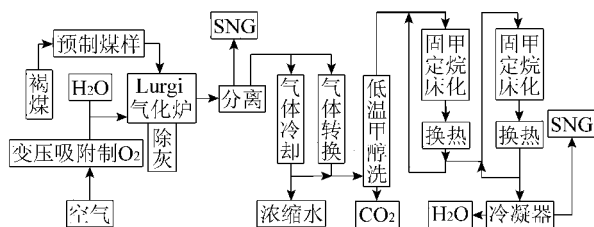


图 1 Lurgi 法制备 SNG 工艺流程

(2) TREMP™ 工艺

19 世纪七八十年代,德国的 Kernforschungszen-trum Jülich 公司和 Rheinische Braunkohlewerke 公司以及丹麦的 Haldor Topsøe 公司联合开发设计了甲烷转换反应和其逆反应合成气甲烷化反应的循环工艺,用于远距离储存和输送核能高温反应器发出的热量^[8]。丹麦 Haldor Topsøe 公司的 TREMP™ 工艺就是为这个目的研发设计的。在 TREMP™ 工艺中, H_2/CO 比达到 3 时,煤气化得到的合成气经转换、净化进入 3 个串联的绝热固定床反应器,第二和第三个绝热反应器也可用 1 个沸水反应器 (BWR) 取代,反应器承受温度范围是 250~700 °C,压力达 3 MPa。在高温甲烷化的过程中使用的是 Haldor Topsøe 公司生产的 MCR-2X 和 MCR4 催化剂,该催化剂可以在 600 °C 的温度下连续运行超过 8000 h,CO 转化率可达 100%, CO_2 转化率 99%。为了回收甲烷化反应放出的热量,工艺中有 1 个蒸汽循环系统,第一个和第三个固定床反应器生产的产品气与该系统进行热交换,将产品气冷却的同时生产蒸汽,回收甲烷化反应释放的热量。图 2 为 TREMP™ 工艺流程。

TREMP™ 技术的优点是单线生产能力大,根据气化工艺的不同,生产能力在 10 万~20 万 m^3/h 之间;合成气转化率高;回收过程能耗低,充分利用甲烷化反应放出的热量,生产高压过热蒸汽产品;MCR-2X 催化剂寿命长,活性高,副反应少,使用温度范围宽 (250~700 °C),循环气量仅为其他工艺的 1/10;合成天然气品质高,甲烷体积分数可达 94%~96%,高位热值达 37260~38100 kJ/m^3 ,满足了国家天然气标准以及管道输送的要求。同时丰富的操作经验和实质性工艺验证保证了这一技术能够

用于商业化。Haldor Topsøe 和德国的 Union Kraftstoff Wesseling(UKW) 已经建立了中试设备,处于工业化推广阶段,还没有进行商业化规模的运营。但是 TREMPTM 工艺投资大,技术复杂度高,需要具有一定的生产规模才能产生较好的经济效益。

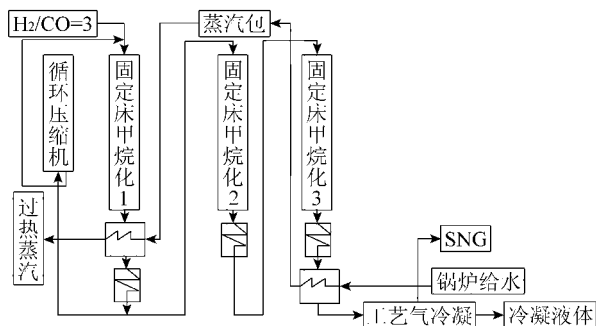


图2 TREMPTM工艺制备SNG流程

(3) 其他工艺

1952年,前美国矿务局开始了生产管道合成天然气的研究^[9]。研究工程最大的工艺特点是使用了流化床甲烷化反应器和催化剂再生系统。由于使用了流化床工艺,热量和质量传导率较高,反应器可以保持恒温,催化剂再生系统使催化剂可以连续循环使用,节约了生产成本,但是这项技术还不够成熟,复杂度较高,生产规模较小,目前还处于研发阶段,没有实现商业化运营。

1963年,美国烟煤研究所(BCR)为了生产煤制天然气而着手研发Bi-Gas工艺^[10]。特殊的气化单元是该工艺的一大技术特点。气化炉利用煤炭气化产生的焦炭作为气化炉的燃料,提高了原料煤的利用率,节约了成本。工艺另一特点是使用流化床甲烷化反应器,热量和质量传导率较高,甲烷化反应保持在恒温状态,但是技术复杂度较高,技术成熟度较低,CO的转化率还有待提高,目前处于研发阶段,没有得到很好的推广应用。

2.2 一步法甲烷化工艺

(1) HICOM 工艺

HICOM工艺是由英国煤气公司研发设计。技术特点是将气体转换单元和甲烷化单元合并为一个单元完成。气化炉生产的合成气经冷却、净化、脱硫处理以后,和水蒸气一起通入甲烷化单元。蒸汽除了调节 H_2/CO 比,还可以防止碳沉积,但是水蒸气降低了热效率,可能引起催化剂烧结。系统的温度通过冷却产品气循环来调节,甲烷化反应放出的热量用于生产高压蒸汽^[11]。

HICOM工艺没有气体转换单元,热回收装置

少,减少了设备投资,能效较高,技术成熟度较高,苏格兰的西域发展中心已经建立了半商业化规模的示范性工厂。但是技术复杂度略高,合成气转化率还有待提高,目前还没有实现完全商业化运营。

(2) Comflux 工艺

1975年—1986年,德国的Thyssengas GmbH公司和德国卡尔斯鲁厄大学共同研发了Comflux工艺。工艺最大特点是气体转换反应和甲烷化反应同时在流化床反应器中进行^[12]。由于没有单独的气体转换单元和生产高压循环气的空气压缩机,大大降低了设备投资和生产成本,与固定床工艺相比,大约节省了10%的成本。同时由于使用了流化床工艺,质量和热量传导率高,催化剂的装卸和回收更加便利。废热得到了合理利用。工艺经过了中试和半商业运营,技术成熟度较高。

(3) 液相甲烷化工艺

美国的化学系统研究所提出了另一种生产替代天然气的方法——液相甲烷化工艺^[13]。气化炉生产的合成气直接进入装有循环液(矿物油)和催化剂的液相甲烷化反应器。液相甲烷化工艺具有很好的传热性能,实现了恒温操作,具有较高的选择性和较大的灵活性,反应水可用于水煤气的变换反应,因此不需要单独的气体转化单元,单台反应器生产能力大,投资成本低。但是产品气不太容易实现完全的气液分离。目前,该工艺还处于研发阶段。

3 直接合成天然气技术

3.1 催化气化工

美国Exxon科学工程公司提出了一种催化气化工工艺(Catalysis Coal Gasification, CCG),可以将气化和甲烷化合并为一个单元直接生产合成天然气^[14]。工艺最大特点是气化炉中加入钾的酸性盐催化剂,同时通入水蒸气,生成的产品气分离出未反应的CO和 H_2 循环回气化炉继续甲烷化反应,节省了气体转换单元、脱硫装置和甲烷化反应器等设备投资成本,但是增加了产品气分离装置的投资,单程甲烷合成率和产量还有待提高。

美国巨点能源公司宣称拥有世界上最先进的一步法煤制天然气技术,又称“蓝气技术”。“蓝气技术”也是一种利用催化剂在加压流化气化炉中一步合成煤基天然气的技术,具有煤种适应性广泛、操作温度较低、操作条件温和、工艺简单、造价低、节能、节水、环保等优点。此外,此工艺省去除渣过

程,减少了维护需求,增加了热效率,又因省去了空分装置而降低了投资(该单元的投资占整个气化装置总投资的20%)。蓝气技术在美国 Des-Plaines 气体技术研究所已经进行了1200 h的运行试验,但至今还没有相关的可行性报告。

3.2 加氢气化工艺

20世纪80年代初期,英国煤气公司与日本大阪煤气公司合作开发了煤的加氢气化工艺,其核心装置是具有内部热气循环的夹带流反应器。煤粉通过高压浓相输入系统引入,热氢气通过一个特制喷嘴喷入反应器,热氢气与煤粉混合均匀加热煤粉,直接生产富氢气体^[15-16]。该工艺热效率高,工艺简单,设备投资少,反应温度容易控制,反应规模容易放大,适用的原料煤范围广。但是该工艺碳的转化率还有待提高,需要增加氢气发生装置和氢气分离装置。

美国亚利桑那州公共机构(APS)也将研究的重点放在了加氢气化工艺上,含有合成气的甲烷可在没有催化剂存在的情况下生产,而在气化炉中未转化的焦炭和氧气用来燃烧发电^[17-19]。

4 国内发展煤制天然气存在的问题和建议

近年来,煤制天然气技术已成为国内研究和投资的热点。神华集团、大唐集团、新汶矿业集团、中国海洋石油集团、内蒙古庆华集团和新疆广汇集团等大型企业纷纷投资煤制天然气项目,煤制天然气俨然成为国内煤化工产业的新宠^[20-22]。但是国内在发展煤制天然气过程中还存在一定的问题:首先,很多企业以圈占资源为目的的一哄而上、盲目投资和重复建设,煤制天然气项目已出现了投资过热的苗头,国家如果不加以统筹规范,很可能出现产能过剩的局面;其次,在地方政府和企业对煤制天然气投资冲动的驱使下,很多项目在没有认真论证工艺适用性和项目经济性的前提下就匆忙上马,建成投产后会面临巨大的技术风险和市场风险;最后,从发达国家的发展经验来看,随着天然气的普及,构建全国性统一的天然气输配干网势在必行,现有的煤制天然气项目到底是纳入统一的燃气输配系统还是独立铺设管网,也是企业要认真考虑的问题^[23]。

因此,为了在科学有序、稳妥合理的基础上规划发展中国煤制天然气产业,提出如下建议:

(1) 选择合适的煤制天然气工艺

中国低阶煤储量占煤炭总储量的56.7%,尤其

是目前规划的煤制天然气项目主要分布地区——新疆和内蒙古主要的煤种就是褐煤和低变质程度的烟煤。这些低阶煤出矿价格低,是生产SNG的理想原料。Lurgi 加压固定床气化炉对高水分高灰分的低阶煤具有很好的气化效果。具有生产能力强,原料煤制备工艺简单,投资少,消耗低,技术成熟可靠的特点。因此,从技术、煤的利用效率和生产成本考虑,Lurgi 气化炉是适合目前国内煤制天然气用气化炉之一。

低温甲醇洗是适合煤制甲烷的净化技术,主要是脱硫脱碳能力强, H_2S 可以降到 0.1×10^{-6} 以下, CO_2 可以降到1%以下,能够满足甲烷化的要求,并且吸附的 H_2S 和 CO_2 易于回收。

可供选择的甲烷化工艺较多,其中 Lurgi 工艺和 TREMPTM 工艺最为成熟可靠,TREMPTM 工艺也已经处于工业化推广阶段。2种工艺单线生产能力强,合成气转化率高。2种技术均属于绝热循环稀释甲烷化技术,能耗较高。未来的煤气化转化技术应该向等温甲烷化反应器方向发展,目前能耗较低的催化气化技术和加氢气化技术还处于研发阶段,技术还不成熟,不适用于大规模的工业生产。因此,Lurgi 工艺和 TREMPTM 工艺是目前中国甲烷化工艺的较优选择。

总之,生产企业应采用安全可靠、先进成熟,经示范验证有成功业绩的技术,重点扶持自主创新的国内新技术,统筹国外引进技术和采用国内技术,并要注重一定的规模效益^[24]。

(2) 合理选择建设地点,尽量降低生产成本

煤炭价格和管道投资决定了 SNG 生产企业的经济效益。因此,煤制天然气建设必须实现煤炭原料本地化。厂址必须选择在煤炭资源丰富、煤炭价格低的地区,能够满足每年上千万吨的用煤需求,同时还要有充足的水资源作保证,新疆、内蒙古等西部地区可以满足 SNG 的生产要求。此外,建设地点要尽量靠近终端目标消费市场,配套输送管道的建设应同步进行,同时也可以考虑有效利用现有天然气管道,就近输入天然气管网,开发更多的终端用户,这需要国家与相关的单位部门统一规划协调,解决 SNG 的运输问题,实现煤制天然气产业的可持续发展。

(3) 实现与其他煤化工项目、副产品的联产

美国大平原燃料厂成功的经验表明:由于天然气价格长期在低位徘徊,如果仅仅依靠 SNG 的收益是很难实现盈利的,大平原厂是通过生产大量焦

油、粗酚、硫磺、液氨和石脑油等高附加值的副产品最终实现盈利。同样,国内发展煤制天然气的同时也要注意副产品的回收,另外,煤制天然气可以与其他以煤为原料,经过煤气化生产化工/油品的煤化工工艺实现联产,以及利用甲烷化反应放热副产大量的高压蒸汽发电。这样,在天然气市场不景气的情况下,企业可以通过副产品和多联产产品取得经济效益,提高了企业抵抗市场风险的能力。

(4) 配套的环保设施同步建设

煤制天然气项目在生产过程中会产生一些废物,比如 CO_2 、硫化物以及一些含酚的废水等,如果处理不当,会对环境造成很大污染,并且这些项目主要位于新疆、内蒙古等生态环境非常脆弱的地区,环境承载能力差,因此配套的环保设施一定要同步实施。利用 CO_2 提高附近油田的采油率,回收硫化物生产硫磺,提取含酚废水中低阶酚都可作为副产品带来一定的经济效益,从而降低了环保成本,促进煤制天然气产业的可持续发展。

5 结 语

煤炭是中国最主要的消费能源,国家一直提倡煤炭的清洁开发利用,煤制天然气正是立足于国内能源结构的特点,通过煤炭的高效利用和清洁合理转化来生产清洁能源。充分利用国内的低热值褐煤,禁采的高硫煤或地处偏远运输成本高的煤炭资源,就地建设煤制天然气项目可以有效补充中国天然气资源的供给,符合国家节能减排的方针政策。目前,煤制天然气技术还有很大的发展空间,真正可以进行商业化运作的技术不多,现有的技术都有一些弊端,因此,还需要研究者进一步发展完善煤制天然气技术,加大研发力度,尽快自主研制具有世界先进水平的煤制天然气工艺,缓解中国经济发展带来的能源危机。

参考文献:

- [1] 中国能源年鉴编辑委员会. 2005 中国能源年鉴 [M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2007: 47 - 49.
- [2] 陈贵锋, 俞珠峰, 成玉琪. 中国煤炭加工技术发展的思考 [J]. 洁净煤技术, 2001, 7(1): 9 - 13.
- [3] 谷天野. 煤炭洁净加工与高效利用 [J]. 洁净煤技术, 2006, 12(4): 88 - 90.
- [4] 林伯强. 中国能源发展报告 2008 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2008: 126 - 160.
- [5] 张海滨. 浅析我国发展煤制天然气的必要性及其风险 [J]. 中国高新技术企业, 2009(6): 92 - 93.
- [6] Eisenlohr K. H., Moeller F. W., Dry M. . Influence of certain reaction parameters on methanation of coal gas to SNG [J]. Fuels ACS Div Preprints, 1974, 19(1): 1 - 9.
- [7] H. Fedders, B. Ho hlein. Operating a pilot plant circuit for energy transport with hydrogen-rich gas [J]. International Journal of Hydrogen Energy, 1982, 7(10): 793 - 800.
- [8] 托普索国际公司. TREMP™ 技术将煤转换成替代性天然气 [A]. 2008 中国煤炭加工与综合利用技术、市场、产业化发展战略研讨会论文集 [C]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008: 229 - 231.
- [9] Greyson M., Demeter J. J., Schlesinger M. D., et al. Synthesis of Methane [R]. Washington: Bureau of Mines Department of the Interior, 1955.
- [10] Blazek C. F., Baker N. R., Tison R. R. . High-BTU Coal gasification processes, Technical report [R]. Chicago institute of gas technology prepared for Argonne National Laboratory, 1979.
- [11] Ensell R. L., Stroud H. J. F. . The British gas HICOM methanation process for SNG production [A]. Proceedings of the international gas research conference [C]. UK: British Gas Corporation, 1983: 472 - 481.
- [12] Lommerzheim W., Flockenhaus C. One stage combined shift - conversion and partial methanation process for upgrading synthesis gas to pipeline quality [A]. Proceeding of tenth synthetic pipeline gas symposium [C]. Chicago: American Gas Association, 1978: 439 - 451.
- [13] 郭树才. 煤化工工艺学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 137 - 140.
- [14] Atul C Sheth., Chandramouli Sastry, Yaw D Yeboah, et al. Catalytic gasification of coal using eutectic salts: reaction kinetics for hydrogasification using binary and ternary eutectic catalysts [J]. Fuel, 2004, 83(4 - 5): 557 - 572.
- [15] 路兵. 煤加氢生产代用天然气技术 [J]. 煤炭转化, 1998, 21(1): 25 - 29.
- [16] 李保庆. BG - OG 煤加氢气化——城市煤气化新工艺 [J]. 煤气与热力, 1995, 15(3): 10 - 15.
- [17] See Hoon Lee, Jae Goo Lee, Jae Ho Kim, et al. Hydrogasification characteristics of bituminous coals in an entrained-flow hydrogasifier [J]. Fuel, 2006, 85(5 - 6): 803 - 806.
- [18] Zarfe Misirliglu, Muammer Canel, Ali Sinag. Hydrogasification of chars under high pressures [J]. Energy Conversion and Management, 2007, 48(1): 52 - 58.
- [19] Blackwood J. D. The reaction of carbon with hydrogen at high pressure [J]. Aust. J. Chem., 1959, 12(1): 14 - 28.

[20] 刘志光, 龚华俊, 余黎明. 我国煤制天然气发展的探讨 [J]. 煤化工, 2009 (2): 1 - 8, 13.

[21] 唐宏青. 现代煤化工新技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 240 - 250.

[22] 李大尚. 煤制合成天然气竞争力分析 [J]. 煤化工, 2007, 35 (6): 1 - 3, 7.

[23] 汪家铭. 煤制天然气发展概况与市场前景 [J]. 化工管理, 2009 (8): 32 - 37.

Development of synthetic technique of substitute natural gas (SNG) from coal

QIAN Wei¹, HUANG Yu-yi^{1,2}, ZHANG Qing-wei¹, DU Ming-hua², XIE Qiang¹

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. China Shenhua Coal Liquefaction Co., Ltd., Beijing 100011, China)

Abstract: According to the comprehensive analysis on synthetic technique of SNG at home and abroad, the process flowsheets and characteristics of these processes are analyzed and compared. Provide some suggestions on development and applications of SNG technologies based on production and consumption features of China's coal.

Key words: SNG; gasifier; methanation

(上接第 24 页)

Study on flocculation chemicals of coal slime

WANG Jia-yan, GONG Lun

(Jinjiyan Coal Washery, Chongqing Energy Investment Group Co., Ltd., Chongqing 401446, China)

Abstract: Introduce disposing process of coal slime in Jinjiyan coal washery, find that bad quality of coal slime make it hard for flocculating. After laboratory and practical research of flocculation chemicals of coal slime, confirm the best flocculating combination which apply to current coal slime quality. This chemicals combination could quickly dispose high-ash fine coal slime. The results show that with less flocculating can get higher recovery efficiency.

Key words: bad coal quality; flocculant; coagulant; coal slime

(上接第 26 页)

Medium consumption management of Xinzhi coal preparation plant

SHI Hong-jie

(Xinzhi Coal Preparation Plant, Shanxi Coking Coal Huozhou Coal Electricity Group Co., Ltd., Huozhou 031412, China)

Abstract: Introduce the methods of cutdowning the medium consumption both at technical and administrative management. According to updating the technology of de-medium and medium recovery, establish the management methods. At the same time, severely carry out the feed back system and effectively control the medium consumption, all these methods can provide good economic efficiency for coal preparation plant.

Key words: dense medium; consumption-reducing technology; consumption-reducing management; product with medium