

我国石油行业低碳发展技术选择^{*}

陈宏坤 刘光全 崔翔宇 徐文佳 王文思 范俊欣

(中国石油安全环保技术研究院)

摘 要 文章围绕我国石油行业低碳发展现状、制约条件和技术方向展开论述。通过统计我国“十一五”能源需求形势和石油行业能源使用情况,总结石油行业温室气体排放特征,预测了“十二五”油气能源需求和石油行业温室气体排放趋势。在此基础上,对石油行业低碳技术进行系统的梳理和评估,并提出我国石油行业分阶段低碳技术选择建议。

关键词 石油行业 温室气体减排 低碳技术

中图分类号: X-1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)06-0001-04

0 引 言

石油行业低碳发展与国家的温室气体减排、能源节约、能源结构调整、能源安全等息息相关。公开统计数据显示:“十一五”期间,我国能源消费总量从 22.58 亿 t 标煤^[1] 增长到 32.50 亿 t 标煤^[2],一次能源产量从 20.59 亿 t 标煤^[1] 增长到 29.60 亿 t 标煤^[2],能源自给率基本保持在 91% 左右,2010 年我国的能源消费量占全球能源的 20% 左右^[2],这直接导致石油行业温室气体排放的大量增长。

石油行业低碳发展不仅要控制自身温室气体排放,更要着眼于为国家提供更绿色、低碳的能源。石油行业低碳发展是提高我国石油企业竞争力的重要途径,现阶段正是我国石油企业追赶国际先进能源企业的关键时期。低碳发展尤其为天然气、煤层气、页岩气、生物燃料、甲烷水合物等清洁能源及新能源的开发和利用提供了难得的机遇。

由于石油行业的低碳发展还处于起步阶段,企业普遍面临低碳技术方向的选择问题。文章从石油行业的排放现状和制约出发,总结、对比、评估其低碳技术,力图为行业和企业低碳发展提供技术参考。

1 石油行业温室气体排放现状及制约条件

我国的能源消费和能源结构直接影响着石油行业的温室气体排放。“十一五”期间,我国油气能源产量占一次能源产量的比重从 12.62% 下降到 10.48%,同时油气能源消费量占能源消费总量的比重从 21.33% 增长到 22.75%,原油产量稳中略升,油

气能源产量增长主要来自于天然气产量的快速增长。油气能源消费量的增长主要依靠进口,2009 年我国原油进口依存度首次突破国际公认的 50% 警戒线。根据中国科学院研究成果,我国工业 CO₂ 排放量中,石油加工、炼焦及核燃料加工业排第二位,占 CO₂ 排放总量的 15.7%^[3]。石油行业供给占全国一次能源消费总量的 22.7%,同时自耗能占其所生产能源总量的 25% 左右,约占全国总能耗 5%。燃烧排放环节温室气体排放中,上游排放比例约 2:7,下游排放比例约 4:7,下游比例明显高于国际平均水平。如考虑逸散和工艺排放,我国石油行业排放总量所占比例大于 6%。同时,石油行业还是我国能源结构调整的重要依托。因此石油行业是我国温室气体减排的重要依托之一。

“十二五”期间,石油行业温室气体排放量预计将出现快速增长。这主要是由于我国居民生活水平快速提高,工业化、城市化、新农村建设进程持续推进,经济复苏趋势日益明确及汽车工业持续增长等原因,导致原油与天然气需求量和进口量将持续增加。按照我国“十一五”能源消费总量的增长速率,“十二五”能源消费总量将增长到 46.5 亿 t 标煤,占世界能源消费总量的 23.6% 左右。随着我国工业化、城镇化进程和环境保护工作的持续推进,油气能源消费比重将呈现持续增加的趋势,尤其是对天然气的需求将持续快速增长,因此天然气领域的排放比例将有较大提高。同时,随着油气能源对外依存度的进一步增加,炼化业务温室气体排放比例也将大幅增加。

长期而言,随着我国经济持续快速增长,能源需

^{*} 基金项目:国家 973 课题“我国行业减排技术方案及其机制研究”(课题编号:2010CB955903)

陈宏坤,2008 年毕业于中国地质大学(北京)环境工程专业,博士,高级工程师,现任中国石油安全环保技术研究院低碳经济与技术研究所所长助理,主要从事石油行业温室气体控制领域的研究。通信地址:北京市海淀区志新西路 8 号,100083

求也将不断增加,2030 年以前石油行业温室气体排放总量总体上将保持增长趋势。中国工程院《2030~2050 年中长期能源发展战略研究》预测,即使是在低需求情景下,中国石油需求量到 2030 年也将达到 6.44 亿 t;英国 BP 石油公司预计,到 2030 年,中国石油需求量将达到 8.7 亿 t。若不加以控制,2030 年前后我国石油对外依存度将有可能突破 70%^[4],成为发展的重要制约,这也直接导致石油行业温室气体排放的大量增长。

石油行业自身温室气体减排困难重重。一是油田节能压力巨大。我国油田本身资源品质较差,加之近年来高含水、低渗透油田持续增加,多数油田综合含水率达到 80% 以上,尤其是东部油田。大庆、胜利油田 2010 年综合含水率已超过 90%^[5-6],吨油开采能耗很难下降。二是炼化企业由于原油呈现明显的重质化和劣质化,成品油品质要求不断提高,导致 CO₂ 的排放强度也很难削减。

2 国内外石油公司低碳技术发展方向对比

国际石油公司早已开始关注气候变化问题,纷纷把发展低碳技术作为发展低碳经济、推进其可持续发展的重点。国际石油公司低碳技术现状及战略方向对比如表 1 所示。

表 1 国际石油公司低碳技术现状及战略方向

低碳技术	壳牌	埃克森美孚	雪佛龙	道达尔	BP	发展阶段
节能	✓	✓	✓	✓	✓	示范/推广
热电联产	✓	✓	✓	✓	✓	示范/推广
CCS*	✓	✓	✓	✓	✓	研发
非常规天然气	✓	✓	✓	✓	✓	研发/示范
第二代生物燃料	✓	✓	✓	✓	✓	研发/示范
太阳能开发利用	✓	✓	✓	✓	✓	研发/示范/推广
风力发电	✓			✓	✓	推广
氢能开发利用	✓	✓	✓	✓	✓	研发
替代燃料	✓	✓	✓	✓	✓	研发/示范/推广
核电				✓		研发/示范
海洋能	✓			✓		研发/示范
地热能			✓			示范/推广
低碳标准与制度	✓	✓	✓	✓	✓	研发/推广

* 为 CO₂ 捕集与封存

目前国内石油行业主要在实施节能减排、发展低碳能源和开展 CCS 技术研发与示范等领域推进低碳发展,国内主要石油石化企业重点低碳技术领域对比见表 2。

表 2 国内主要石油石化企业重点低碳技术

项 目	中国 石油	中国 石化	中国 海油	国内发展阶段
节能和提高能效	✓	✓	✓	研发/示范/推广
逸散甲烷回收与利用	✓	✓	✓	示范/推广
煤层气开发	✓	✓		推广
非常规天然气开发利用	✓			研发/示范/推广
碳化工		✓	✓	研发/示范
CO ₂ 驱油 (CO ₂ -EOR)	✓		✓	示范/推广
CCS	✓	✓	✓	研发/示范
生物固碳 (主要是林业碳汇)	✓			示范/推广
燃料替代	✓			示范/推广
第二代生物燃料生产	✓	✓	✓	研发/示范
可再生能源开发与利用	✓	✓		研发/示范

通过对国内外石油公司低碳技术方向进行对比可知,低碳技术发展方向总体趋势一致,但国际石油公司低碳技术方向更加灵活,很多石油公司开始拓展新能源领域。同时,我国大部分技术还处于研发和示范阶段,说明我国石油行业在低碳技术领域还需增加投入,开展持续的研究,才能占领技术制高点,在新一轮能源革命中取得技术优势。

3 我国石油行业低碳技术评估

通过调研、分析国际和国内石油行业低碳技术现状,研究近 100 项企业近年来重点研究、示范和推广的低碳技术,从中筛选出石油行业应重点发展的 30 项低碳技术。进一步设计问卷,邀请专家对这些技术的减排潜力和经济性作评估,各低碳技术减排潜力—经济性综合对比见图 1,其中横坐标为技术温室气体减排潜力与技术经济性之和,称之为低碳指数,其值越大表示技术的综合低碳指数越高,说明该技术的低

碳性能越好。从图 1 可以看出 CO_2 封存和 CO_2 驱油是低碳指数最高的两项低碳技术,但它们经济性普遍较差,近期很难大规模实施。以煤层气勘探开发和第二代生物燃料生产为代表的清洁能源开发技术也是比较重要的低碳技术,对国家温室气体减排有重要意义。大多数技术是传统石油生产工艺的节能技术,它们对现阶段低碳发展更加重要。

因此对石油低碳技术的对比不能仅比较技术的低碳指数,要综合分析技术的减排潜力、经济性、成熟度等指标。图 2 为此项研究开展的石油行业低碳技术潜力—经济性比较结果,图中技术柱的宽度表示减排的潜力,高度表示技术的经济性。经济性好、减排潜力大的技术应该近期重点实施,潜力大但经济性差的技术往往是未来的重点技术方向。

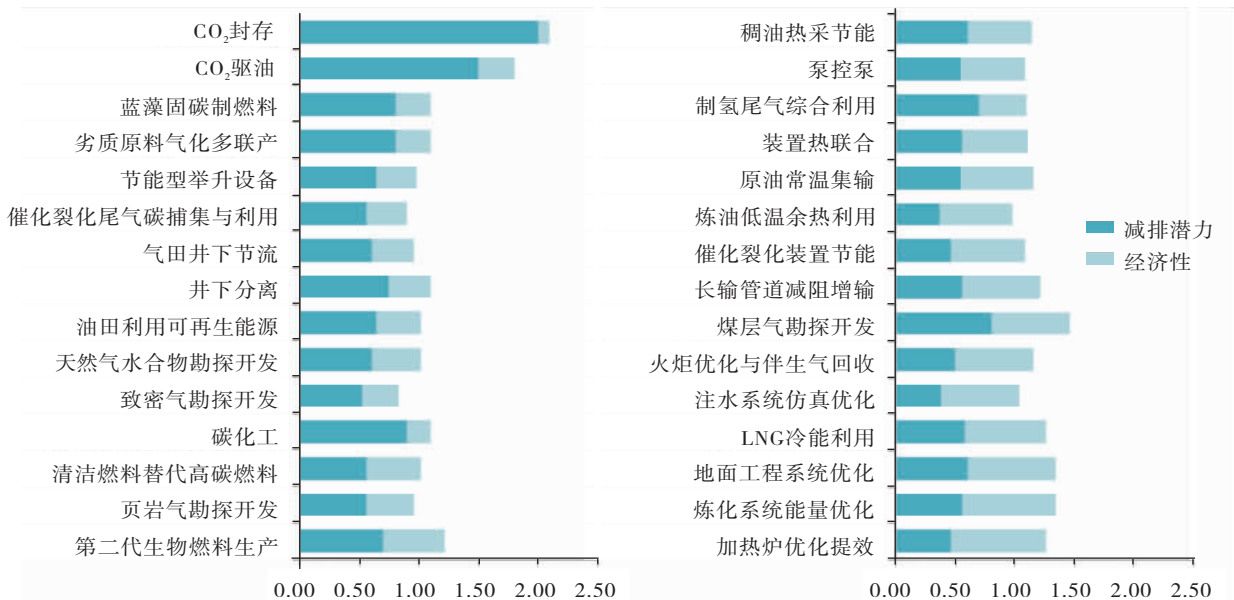


图 1 石油行业低碳技术减排潜力—经济性对比

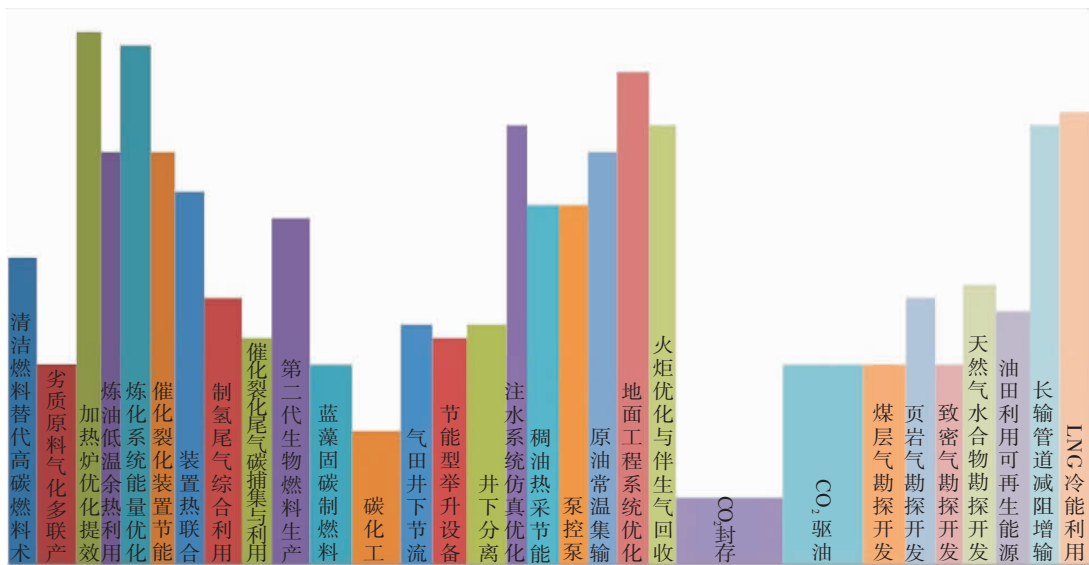


图 2 石油行业低碳技术潜力—成本比较

4 我国石油行业低碳发展技术选择

在对我国石油行业温室气体排放特征分析和以上对行业低碳技术调研、对比、评估的基础上,结合正在实施的“中国石油低碳关键技术研究重大科技专

项”,研究认为低碳综合指数较高且经济性较好的技术应当近期重点实施,低碳综合指数高但经济性差的技术应该近期重点培育、远期实施,介于二者之间的技术应该中期重点实施。研究提出的我国石油行业近、中、远期应该重点发展的低碳技术如图 3 所示。

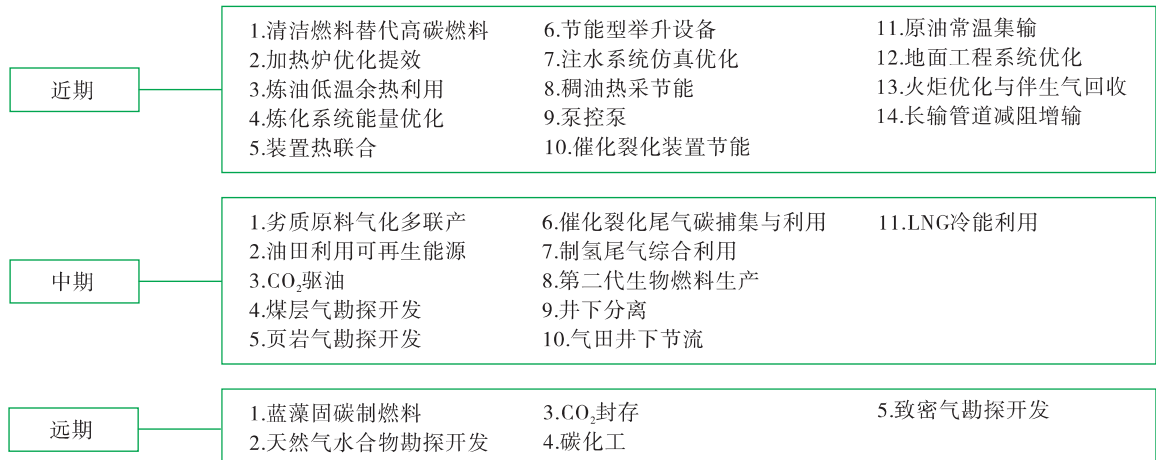


图3 我国石油行业低碳技术分阶段选择建议

需要强调四点：①我国石油行业低碳技术应重点围绕清洁能源生产、节能提效、CO₂捕集利用与封存(CCUS)三大领域开展；②非化石能源至少在未来20年内还很难成为主力能源，天然气是最佳的过渡能源，因此天然气和非常规天然气的开发应是石油企业清洁能源生产的重点；③石油行业节能增效技术要围绕油气田、炼化、管道输送三大业务开展。石油企业能耗系统复杂、没有突出的单项节能技术，重点应与物联网和信息技术结合，重点推广油田三大系统节能关键技术、炼化企业加热炉能效提高、能量综合利用技术以及企业能量系统动态监控和调整技术；④石油行业既有自备电厂、炼化企业等集中温室气体排放源，又有地质资料、勘探开发、深层注入和资金等方面的优势，且企业集中度高，是开展CCUS规模化示范的最适宜企业，在国家相关政策的支持下，可以对我国中远期温室气体减排做出巨大贡献。

参考文献

- [1] 国家统计局. 中国能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006-2010.
- [2] 国家统计局. 中华人民共和国2010年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/politics/2011-03/01/c_121132026.htm, 2010-02-28.
- [3] 中国环境保护产业协会. 国内首份行业二氧化碳排放量名单公布[EB/OL]. <http://www.caepi.org.cn/shiye/21265.shtml>, 2010-03-09.
- [4] 中国工程院项目组. 2030-2050年中长期能源发展战略研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [5] 中国证券报. 大庆油田不再“年轻” 开采综合含水率已达90%. <http://www.qianlongnews.com/cms/item-view-id-12392.shtml>.
- [6] 互动百科. 胜利油田[EB/OL]. http://www.hudong.com/wiki/%E8%83%9C%E5%88%A9%E6%B2%B9%E7%94%B0&prd=button_doc_jinru.

(收稿日期 2011-11-19)

(编辑 宋淑云)

环境保护部通报 2011 年上半年全国主要污染物减排情况

环境保护部有关负责人于2011年10月11日向媒体通报,环境保护部近日完成了2011年上半年各省、自治区、直辖市主要污染物总量减排核查核算工作。结果表明,化学需氧量和二氧化硫排放量实现同比下降,氨氮和氮氧化物两项新增污染物的排放量同比一降一升。

这位负责人介绍说,《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出,“十二五”期间国家对化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物四种主要污染物实施排放总量控制。今年是“十二五”开局之年,为全面掌握各地减排工作进展情况,准确核实上半年全国污染物减排量,2011年7月,环境保护部派出24个核查组分赴30个省、自治区、直辖市(西藏除外)和新疆生产建设兵团,抽查污染减排重点工程进展,核实各项措施的污染物实际减排量,在此基础上,对各地上半年污染减排情况进行了逐一核算。结果显示,2011年1至6月份,全国化学需氧量排放总量1255.0万吨,比2010年同期(1276.0万吨)减少1.63%;氨氮排放总量131.2万吨,比2010年同期(132.2万吨)减少0.73%;二氧化硫排放总量1114.1万吨,比2010年同期(1133.9万吨)减少1.74%;氮氧化物排放总量1206.7万吨,比2010年同期(1136.6万吨)增长6.17%。

(摘编自 中华人民共和国环境保护部网 2011-11-28)