

# 国际海洋石油伴生气放空监管现状 研究及对我国的启示\*

雷 婷<sup>1</sup>, 王晓萌<sup>2</sup>, 韩建波<sup>2</sup>, 陈 虹<sup>2</sup>

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司 廊坊 065000; 2. 国家海洋环境监测中心 大连 116023)

**摘 要:** 海洋石油伴生气放空造成严重的环境污染与资源浪费, 已引起国际社会的广泛关注。通过对国际伴生气放空已达成的公约协议及相关管理规定等的研究与探讨, 提出我国海洋石油伴生气放空监管建议, 即加强国家政策引导及激励, 完善相关法规制度及标准, 深化伴生气放空减排科研工作, 推进我国放空管理政策、法律法规及标准的制定和实施, 促进节能减排战略在海洋领域的落实。

**关键词:** 海洋石油; 石油伴生气; 燃烧放空/冷放空; 节能减排

石油伴生气是指伴随原油以气相形态被采出, 通常含有大量甲烷等轻烃、少量重烃及  $H_2O$ 、 $CO_2$ 、 $H_2S$ 、 $N_2$  等非烃类化合物的气体混合物。作为石油开采的常见副产物, 伴生气通常以燃烧放空或冷放空(直接排放)等形式来处理, 排放出大量  $CO_2$ 、 $SO_x$ 、 $NO_x$  及 VOCs 等温室气体和有毒有害气体, 对环境造成温室效应、海洋酸化等诸多不利影响<sup>[1-4]</sup>。

伴生气作为天然气资源的一种, 在目前已有技术基础上可通过回收用作燃料、化工原料等, 或回注地下保持产能, 均产生良好的经济与环境效益。全球海洋石油主产区如波斯湾、几内亚湾、北海以及墨西哥湾等地区已有部分油田依据相关国际公约、推荐性标准或相应的政策法规等采取了多种技术措施对伴生气进行回收利用。我国 2006 年发布的《中国节能技术政策大纲》即提出, “必须大力推广油田伴生气回收利用技术”, “十二五”规划纲要中亦明确指出, “深入贯彻节约资源和保护环境基本国策, 节约能源, 降低温室气体排放强度, 发展循环经济, 推广低碳技术, 积极应对气候变化”。到目前为止, 我国南海的文昌油田、涠洲油田以及渤海的旅大油田等已消除伴生气放空行为并成功实现伴生气资源的回收利用<sup>[5-9]</sup>。

目前国际已形成公认, 石油伴生气的放空既浪费宝贵的清洁燃料资源, 又造成大气和海洋的双重污染, 多国政府和国际组织纷纷开展石油伴生气的放空管理, 通过制定相关的政策法规和技术指南、达成多项国际公约和协议等, 促进伴生气的回收利用, 实现伴生气的节能减排目标<sup>[10-11]</sup>; 加拿大、挪威、英美等国已形成较为完备的伴生气综合监管体制, 伴生气利用率均达到 95% 以上, 2004 年挪威仅有 0.16% 的伴生气被燃烧放空掉。虽然已有多国政府积极参与伴生气放空管理, 进行政策引导及财税刺激, 但目前依然只有少数石油生产国实现伴生气放空量的明显削减, 大部分国家和地区的放空量仍伴随石油产量的增加而呈现增长趋势。

2010 年我国新增石油产量的 85% 来自海洋, 我国石油开采正式步入“海洋时代”; 与此同时, 2010 年我国海洋石油伴生气利用率为 91%, 放空总量约 35 亿  $m^3$ <sup>[12]</sup>, 温室气体排放量达 763 万 t, 直接经济损失达百亿元, 同时造成严重的环境污染问题。“十二五”期间我国将进一步加大海洋石油开采力度, 海洋石油伴生气放空控制问题亟待解决。本研究通过阐述国际上对石油伴生气放空已达成的公约、协议内容以及各国所制定的相关管理政策及规定, 研

\* 基金项目: 国家海洋局青年海洋科学基金资助项目。

究各项伴生气放空控制指标,对我国海洋石油伴生气放空管理的科学决策,以及进一步落实在海洋领域的节能减排战略具有重要意义。

## 1 国际石油伴生气放空管理政策与规定

### 1.1 国际公约、草案及专门组织

石油伴生气燃烧放空/冷放空对全球气候环境均产生显著的不利影响,亦凸显出国际合作的必要性和重要性。为加强世界各地政府间对伴生气放空监管的协调与合作,已形成《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》等多个重要的国际性公约以及削减伴生气放空的专门组织机构。

#### 1.1.1 《联合国气候变化框架公约》

1992年6月在联合国环境与发展大会上包括中国在内的154个缔约方共同签署了《联合国气候变化框架公约》,旨在将大气中温室气体浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰水平上。公约要求所有缔约方提供各国温室气体各种排放源和吸收汇总清单,其中油气系统的温室气体排放是清单重要的组成部分。这是有关限制石油伴生气排放的首个重要国际性公约。

#### 1.1.2 《京都议定书》

1997年在日本京都召开的《联合国气候变化框架公约》第三次缔约方大会上通过了国际公约《京都议定书》,议定书内容可分为两个层次:一是设定温室气体总排放目标;二是明确石油伴生气燃烧放空/冷放空的温室气体排放目标。有44个石油生产国签署并生效,包括丹麦、荷兰、挪威等在内的18个国家设置了伴生气总排放目标,其中加拿大、尼日利亚和秘鲁3国制订了伴生气燃烧放空的具体排放目标并进行政策引导,另有少数国家如英国和巴西明确界定了伴生气燃烧放空授权的情况和事件,一些发展中国家在经济可行的前提下选择建立输送伴生气的下游天然气管网。

#### 1.1.3 《奥斯陆—巴黎协议》

从2000年起,欧盟排放交易机制(EU-ETS)、欧盟综合污染防治指南(IPPC)、欧盟特定大气污染物国家排放限制指南、联合国经

济委员会有关长程跨界空气污染公约等在油气产业气体排放管理上已有非常大的改进,并应用于保护东北大西洋海洋环境的《奥斯陆—巴黎协议》(OSPAR Agreement)合约方。OSPAR委员会目前正从最佳技术可行性(BATs)和最佳环境实践性(BEP)两个方面考虑,编制石油勘探开发测井过程中伴生气放空浓度限值,其草案已在2004年的海洋工业协会上进行讨论。

#### 1.1.4 减少全球伴生气燃烧放空组织

2002年在南非约翰内斯堡成立的减少全球伴生气燃烧放空组织(GGFR),是专门针对石油伴生气燃烧放空/冷放空的国际性组织,隶属于世界银行。该组织成员包括安哥拉、加拿大、俄罗斯等共20个国家或地区,欧盟等5个国际性组织,以及19家全球知名的油气生产商等。GGFR组织主要通过3个途径实现油气产业伴生气放空量的削减——向政府提供监管技术支持;向油气公司提供最佳实践方案并帮助其建立碳信用贸易;向潜在伴生气消费群体提供消费市场和用气协议,并在此基础上协助成员国利益相关方通过合作关系建立伴生气利用示范项目。

2004年GGFR发布《全球伴生气燃烧放空/冷放空削减推荐性标准》,该标准明确了伴生气燃烧放空/冷放空的阶段性目标和最终目标<sup>[13]</sup>,并要求已建、新建油气项目提交减少伴生气排放实施措施的时间框架,同时建立监测数据汇报制度。GGFR的大部分成员已同意签署执行该标准,这意味着将通过增加国际合作逐步建立伴生气的商业化应用,各国和企业在经济上可行时避免在新建油气区域进行伴生气燃烧放空,鼓励伴生气利用方法集成和创新。

## 1.2 重要石油生产国排放管理政策与规定

目前多数石油生产国已充分意识到伴生气巨大的环境与经济价值,从而更加积极主动地采取措施履行国际公约、协议中对伴生气减排的目标。从政策法规、管理机构及监管程序三个方面研究探讨重要石油生产国的伴生气放空管理,学习借鉴成熟的伴生气管理模式与经验,可为我国伴生气放空管理提供科学依据和方法。

### 1.2.1 加拿大

加拿大油气主产区阿尔伯特省对石油伴生气放空控制有目前全球较为先进、综合的监管体制,其构建了石油伴生气燃烧放空/冷放空管理层次和框架,设定伴生气放空削减目标,严格在正常生产及非正常情况下的放空要求,加强伴生气回收利用的经济分析<sup>[14-15]</sup>。

加拿大的伴生气放空减排由地方政府进行监管,相比于减排的技术能力,商业市场和政府监管体制对减排起到更为重要的作用。阿尔伯特省的油气企业通过清洁空气战略联盟设定义务性减排目标——1996—2001年的伴生气放空总量比上5年削减25%,同时地方政府针对各个油田设置排放上限;结果到2001年,伴生气减排量高达50%,成功实现减排目标。加拿大地方监管机构要求各油气区提供伴生气放空量的年度公开报告,并执行严格的罚金和执照吊销制度。阿尔伯特省还鼓励伴生气回收利用基础设施的构建,并对油气区伴生气排放征收特殊使用金。

### 1.2.2 挪威

挪威是一个重要的海洋石油生产国,其油田主要位于挪威大陆架海域,因为考虑到“不可避免的技术原因”“紧急事故”及“安全因素”等,挪威并未明确规定伴生气的燃烧放空目标值,但执行极为严格的海洋石油伴生气燃烧放空许可制度。

挪威石油法(1996年修订)规定,油气开采项目在勘探开采之前必须提交环境影响评估报告,内容包括气体预期排放(伴生气燃烧放空/冷放空)的环境影响,以及对于消除影响措施系统的经济成本分析,若无伴生气回收利用方案则不予审批通过,项目方案和影响评估报告均需向社会公众征询意见。油气项目进行,挪威石油管理局(NPD)和石油能源部(MPE)共同评估油气区燃烧放空设备和操作程序,明确气体排放的类型、浓度水平以及所采取的减少环境污染的措施,最后由石油能源部签发伴生气燃烧放空许可证。

1991年挪威开始对领水及大陆架的海上石油平台试行征收二氧化碳排放税政策,伴生气燃烧放空/冷放空排放的二氧化碳也在其征收范

围之内,其现行的二氧化碳排放税政策与欧盟和全球二氧化碳排放交易计划相一致。

### 1.2.3 美国

美国能源管理局(2010年以前为美国联邦矿业管理局)负责监管海洋油气开发,并要求海洋石油操作方每月提供伴生气放空量的报告;各州也有针对伴生气空空的相应监管规章制度。尽管油气勘探开发排放的温室气体在美国不作为污染物监管,但美国环保署(EPA)在要求上报伴生气燃烧放空量的基础上,对伴生气放空后的气体排放组分实行严格监管,设定排放阈值;不论是陆上还是海上油气开采,伴生气均被要求运往消费市场、发电厂或地下回注;只有在规定的特殊情况下允许伴生气放空,且放空时间超过48h则必须经能源管理局批准。美国完善的气体管道系统和国家对气体能源的巨大需求使得伴生气回收利用在经济方面较为可行。

### 1.2.4 俄罗斯

俄罗斯是全球油气资源大国,其伴生气放空量也位居世界首位,依据2005—2009年的统计数据,其放空量占世界放空总量的32%。近年来该国不断加强伴生气排放管理,2003年通过政府决议建立伴生气燃烧放空/冷放空的污染物付费制度,并陆续出台伴生气排放的相关管理规定,提高收费标准。2009年通过政府决议《减少石油伴生气燃烧放空/冷放空对大气污染的激励措施》,设定已开采项目放空量上限为15%、新开采项目放空量上限为5%,超过限额将收到罚款处置。

### 1.2.5 尼日利亚

尼日利亚作为世界石油主产国之一,伴生气资源也极为丰富,早在1969年政府即开始要求石油企业提交伴生气回注或回收利用的详细方案;1984年石油部通过首部禁止伴生气燃烧放空/冷放空的法律,对伴生气排放收取罚金,但由于罚金较低以及缺少必要的监测计量设施,该法律无法真正实行,伴生气放空并未得到良好遏制。

1992年,针对油气勘探开发的伴生气放空问题,政府采取鼓励伴生气回收利用政策代替之前的排放罚金政策,逐步推进与发达国家的

碳排放交易。目前尼日利亚已设置石油开采所有上游业务的伴生气最大排放水平和燃烧排放限制条件,并通过扩展液化天然气(LNG)终端加快伴生气进入消费市场。同时,相关伴生气排放控制立法也在推动之中,未来可能采取更严厉的措施对伴生气放空行为进行处罚。

## 2 石油伴生气放空控制技术指标

伴生气放空总量限值、伴生气中特殊组分浓度限值以及放空监测要求是石油伴生气放空控制的3个关键技术指标,其中伴生气放空总量限值的设定是目前最为常用的监管手段,而放空监测要求则是放空减排的有力保障。

石油开采工艺存在差异、基于安全因素的考虑以及伴生气回收利用的经济可行性等三方面原因共同造成目前全球尚未形成统一的放空限值,现有的国际公约与标准主要通过鼓励消除生产过程中持续性的放空行为、减少测井和试井过程中的放空行为等来达到伴生气放空控制的目的,各国和地区通常根据区域实际情况设定各项放空限值。

在放空监测要求方面,2008年GGFR组织发布《伴生气燃烧放空/冷放空监测指南》<sup>[16]</sup>,该指南规定了伴生气放空量的监测方法、测量范围、精度以及仪器安装要求等一系列技术指标。鉴于全球油田数量众多,所有油田均安装监测仪器成本极高且操作困难,因此指南中也提出常用的估算方法,并给出误差范围。美国海洋与大气管理局(NOAA)的国家地球物理数据中心(NGDC)通过美国空军国防气象卫星项目线性扫描业务系统收集伴生气放空量数据,并上交至GGFR进行数据统计,与各国上报的伴生气放空数据进行校核。

笔者选择具有代表性的国家阐述其伴生气放空限值与监测技术要求。

### 2.1 加拿大

2006年加拿大阿尔伯特省能源利用委员会(EUB)发布《上游石油工业燃烧放空及冷放空060指南》(修订版),规定该省每年油田伴生气放空总量限值为6.7亿 $\text{m}^3$ ;若任一年的伴生气燃烧放空量超过该值,EUB将控制各油田的排放

量,如要求每个排放点每年燃烧量不超过50万 $\text{m}^3$ 。指南还对伴生气中的特殊组分提出燃烧放空浓度限值, $\text{H}_2\text{S}$ 含量超过50 mol/kmol时未经许可不得采取燃烧放空措施;伴生气放空排出气体体积(101.325 kPa, 15 $^\circ\text{C}$ )超过100  $\text{m}^3$ /月时,必须进行准确记录和上报,其中包括日常操作、紧急情况、管线泄压和工艺流程操作等。

### 2.2 挪威

1999年挪威签署了“Gothenburg草案”,该草案规定了海洋石油伴生气燃烧放空产物 $\text{NO}_x$ 和挥发性有机物(VOCs)的排放限值,以减少污染物造成的地区性影响。

挪威石油管理局(NPD)负责监管油气企业伴生气放空量监测设备的应用情况,要求油气企业每六个月进行一次监测设备传感器校准,所有伴生气燃烧放空/冷放空量都必须持续监测,监测误差范围不超过 $\pm 5\%$ ,并于每年3月1日前提交伴生气放空清单及监测设备情况。另外,石油管理局(NPD)和污染控制署(SFT)对持有燃烧放空许可证的油气企业定期提交的伴生气处置报告进行评价,并依据伴生气燃烧放空/冷放空量计算税收等。

### 2.3 巴西

巴西石油管理局(ANP)规定,各油田伴生气月放空量不得高于15%,年放空量不得高于10%,明确规定允许放空的条件和情况,只有在如下情况进行放空时不需获ANP批准:

(1) 每月伴生气放空量不高于3%;

(2) 在勘探、试井期间,72 h以内的伴生气放空;

(3) 陆地油田伴生气放空量不超过30 000  $\text{m}^3$ /月,海上油田放空量不超过60 000  $\text{m}^3$ /月;

(4) 油田伴生气产量低于150 000  $\text{m}^3$ /月,或油田油气比低于20  $\text{m}^3/\text{m}^3$ ;

(5) 生产过程中的紧急事件或突发事故原因而采取的应急放空。

## 3 我国海洋石油伴生气排放管理现状及建议

目前我国《大气污染物排放标准》(GB

16297—1996) 和部分省、市、自治区的石油勘探开发环境保护管理条例中简要提及,“石油勘探开发单位排放的废气等应符合国家或本省的有关规定,排放的可燃气体应当回收利用”;在《海洋石油勘探开发环境保护管理条例》中已提出加强对海洋伴生气回收利用的管理要求。但由于尚未出台针对海洋石油勘探开发气体排放的具体标准,缺少科学明确的排放限值和严格有效的监管程序,导致我国海洋油气开发伴生气燃烧放空管理方面仍属空白。目前我国大气环境污染形势严峻,海洋领域的节能减排工作也亟待落实,针对海洋石油伴生气排放管理问题,笔者提出以下意见和建议。

### 3.1 国家政策的引导及激励

环境政策及管理是相关立法和监管执行的基础,后者反过来也能促进相关政策和管理的有效落实。根据已有的国际经验,对于伴生气燃烧放空的法制管理既可以法律形式进行规范,也可以规章、条例、导则等形式进行约束。研究制定与实施海洋石油伴生气的约束激励政策,建立节能减排的长效机制;改革资源税,开征环境保护税,健全绿色税收、绿色证券等环境经济政策;通过设定合理的减排目标及对石油企业的评价考核,逐步实行污染付费制度;鼓励伴生气资源市场化,加快综合利用产业和集输体系建设,形成合理的伴生气价格机制,建立多元环保投融资机制;与国际接轨,推动建立我国伴生气碳排放交易市场。

### 3.2 相关法规制度及标准的完善

实现石油生产与环境保护的协调发展,加快制定、修改和完善海洋石油伴生气配套法规及标准,明确监管机构对伴生气放空的法律权责、监管范围与程序,实行透明的伴生气放空申请和审批制度、统计监测与报告制度,加强对放空量的核实与执法力度。

### 3.3 伴生气放空减排科研工作的深化

深化海洋石油伴生气放空控制各项技术指标及监测方法的科研工作,加强伴生气回收利用关键技术研发、海上油田项目应用示范,降低伴生气综合利用的经济成本,促进清洁高效利用,增强可持续发展能力。

## 参考文献

- [1] 雷方辉,谭海涛.海洋石油开发环境影响评价技术回顾[J].中国海上油气(工程),2003,15(4):32-35.
- [2] 苏欣,王胜雷,张琳等.油田伴生气利用对策及现状[J].天然气与石油,2008,26(2):33-37.
- [3] 齐玉钗.海上油田伴生气回收利用方法探讨[J].石油科技论坛,2009(3):41-44.
- [4] TONKOVICH A L, JAROSCH K, ARORA R, et al. Methanol production FPSO plant concept using multiple microchannel unit operations[J]. Chemical Engineering Journal, 2008, 135(1): 2-8.
- [5] 盖明金.油田开发过程中主要污染物的产生及防治措施[J].中国石油大学胜利学院学报,2007,21(2):12-14.
- [6] 张兴儒,张士权.油气田开发建设与环境影响[M].北京:石油工业出版社,1998.
- [7] 何社云.涠西南油田伴生气综合利用方案初探[J].江汉石油科技,1998,8(1):69-75.
- [8] SHIRES T M, LOUGHRAN C J, JONES S, et al. Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry[M]. Washington DC: American Petroleum Institute (API), 2009.
- [9] Oil Industry International Exploration and Production Forum(E & P Forum), United Nations Environment Programme Industry and Environment Centre (UNEP IE). Environmental management in oil and gas exploration and production[M]. Oxford, United Kingdom: Words and Publications, 1997.
- [10] WARD E G, WOLFORD A J, MICK M B, et al. Alternatives for transporting associated gas from deepwater gulf of Mexico developments[C]. The 2005 Offshore Technology Conference, Houston, U. S. A., 2-5 May 2005.
- [11] ELVIDGE C D, ZISKIN D, BAUGH K E, et al. A Fifteen Year Record of Global Natural Gas Flaring Derived from Satellite Data[J]. Energies, 2009(2): 595-622.
- [12] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组.中国海洋发展报告[M].北京:海洋出版社,2008.
- [13] The Global Gas Flaring Reduction Partnership. A Voluntary Standard For Global Gas(以下转至第23页)

球海洋数据与信息产品共享服务。

### 3.6 外事活动统筹规划和管理

进一步统筹规划海洋资料交换与合作领域外事活动,具体制定每年外事活动计划和目标,明确外事对象和拟达成的合作意向。通过出访和邀请等多种方式,在参加国际会议的基础上,有计划地与世界主要海洋国家的海洋资料中心和海洋科学技术中心开展深入的沟通交流,邀请国际组织/合作计划的秘书、主席和各国海洋资料中心重要官员及有学术威望的专家学者等人员来访,频繁在国际海洋资料交换与合作领域表达中国的声音,逐步融入国际海洋资料交换与合作的核心圈,力争参加并逐步主导国际海洋“游戏规则”的制定和实施。

## 4 结束语

海洋资料是人类认识、开发利用和保护海洋的基础,也是世界各国抢夺最激烈的宝贵战

略资源。进一步完善我国国际海洋资料交换和合作工作,对于实现我国对全球资料共享权益的最大化,扩充我国海洋环境资料和信息储备,有效提升我国全球海洋环境保障能力,增强我国在全球海洋合作领域的话语权和影响力,都将具有十分重要的战略意义。

### 参考文献

- [1] 林绍花、陈奎英. 地球科学数据库系统(WDC-D)海洋学科数据库群建设项目[J]. 海洋信息, 2003(1): 1-3.
- [2] 打造信息服务平台,为建设海洋强国提供服务:国家海洋信息中心简介[J]. 太平洋学报, 2012, 20(7): F0002-F0002.
- [3] 刘志杰,殷汝广,相文玺,等. 海洋资料管理制度研究[J]. 海洋信息, 2010(1): 5-7.
- [4] 李海清. 全面维护国家海洋权益积极开展国际海洋合作[J]. 海洋开发与管理, 2006, 23(3): 7-9.

(上接第20页) Flaring and Venting Reduction [M]. Washington DC: The World Bank, 2004.

- [14] The Global Gas Flaring Reduction Partnership. Regulation of Associated Gas Flaring and Venting: A Global Overview and Lessons from International Experience [M]. Washington, DC: The World Bank, 2009.
- [15] The Global Gas Flaring Reduction Partnership.

Framework for Clean Development Mechanism (CDM) Baseline Methodologies [M]. Washington DC: The World Bank, 2005.

- [16] Clearstone Engineering Ltd. Guidelines on Flare and Vent Measurement [R]. Washington DC: The Global Gas Flaring Reduction partnership (GGFR) and the World Bank, 2008.

球海洋数据与信息产品共享服务。

### 3.6 外事活动统筹规划和管理

进一步统筹规划海洋资料交换与合作领域外事活动,具体制定每年外事活动计划和目标,明确外事对象和拟达成的合作意向。通过出访和邀请等多种方式,在参加国际会议的基础上,有计划地与世界主要海洋国家的海洋资料中心和海洋科学技术中心开展深入的沟通交流,邀请国际组织/合作计划的秘书、主席和各国海洋资料中心重要官员及有学术威望的专家学者等人员来访,频繁在国际海洋资料交换与合作领域表达中国的声音,逐步融入国际海洋资料交换与合作的核心圈,力争参加并逐步主导国际海洋“游戏规则”的制定和实施。

## 4 结束语

海洋资料是人类认识、开发利用和保护海洋的基础,也是世界各国抢夺最激烈的宝贵战

略资源。进一步完善我国国际海洋资料交换和合作工作,对于实现我国对全球资料共享权益的最大化,扩充我国海洋环境资料和信息储备,有效提升我国全球海洋环境保障能力,增强我国在全球海洋合作领域的话语权和影响力,都将具有十分重要的战略意义。

### 参考文献

- [1] 林绍花、陈奎英. 地球科学数据库系统(WDC-D)海洋学科数据库群建设项目[J]. 海洋信息, 2003(1): 1-3.
- [2] 打造信息服务平台,为建设海洋强国提供服务:国家海洋信息中心简介[J]. 太平洋学报, 2012, 20(7): F0002-F0002.
- [3] 刘志杰,殷汝广,相文玺,等. 海洋资料管理制度研究[J]. 海洋信息, 2010(1): 5-7.
- [4] 李海清. 全面维护国家海洋权益积极开展国际海洋合作[J]. 海洋开发与管理, 2006, 23(3): 7-9.

(上接第20页) Flaring and Venting Reduction [M]. Washington DC: The World Bank, 2004.

- [14] The Global Gas Flaring Reduction Partnership. Regulation of Associated Gas Flaring and Venting: A Global Overview and Lessons from International Experience [M]. Washington, DC: The World Bank, 2009.
- [15] The Global Gas Flaring Reduction Partnership.

Framework for Clean Development Mechanism (CDM) Baseline Methodologies [M]. Washington DC: The World Bank, 2005.

- [16] Clearstone Engineering Ltd. Guidelines on Flare and Vent Measurement [R]. Washington DC: The Global Gas Flaring Reduction partnership (GGFR) and the World Bank, 2008.