



Initiative for Climate Action Transparency - ICAT

Proposed GHG monitoring and statistic standards and methodologies for oil industries

油气行业温室气体排放监测与统计标准和方法学

Deliverable 11-2

AUTHORS

LI Xiang

National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

GAO Minhui

National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

CHU Zhenhua

National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

WANG Tian

National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

MA Cuimei

National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)

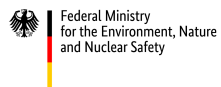
April 2022

DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

PREPARED UNDER

Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) project supported by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety, the Children's Investment Fund Foundation (CIFF), the Italian Ministry for Ecological Transition, and ClimateWorks.



The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS).



Executive Summary

Petroleum and natural gas production and supplying is an important industry for a country's economic, and is always a key sector of GHG emission since it has a lot of venting and fugitive emissions besides the fuel combustion for the powering and heating demand on site during production or supplying. In China, the government has released 3 batches of technical guidelines for the key industries which has intense GHG emissions to accounting and reporting accordance with. Oil and gas sector is one of them, however, these guidelines were released in 2015, the guideline is mainly used for capacity building for related enterprises to know how to do the primary GHG related statistics, accounting and reporting, for this purpose, the guideline itself has a lot of limits by that time, for examples, some of the subsector is not included since of data collection is difficult, some emission sources is not provided guideline or requirement on the data monitoring.

In this newly suggested standard which delivered as one of the outcome under this project *the Requirements of the greenhouse gas emission accounting and reporting for Oil and Gas production, transportation and supplying enterprise* (hereinafter referred as the new suggested standard) has done several improvements general summarized as follows: First, the newly suggested standard covered the oil and gas subsectors from the beginning of exploration, production, O&G treatment to the midstream of transmission and the terminal distribution, during which like the terminal distribution sector is not included in the old guideline; Second, we modified the emission sources hierarchy, which is based on the related station or terminal level in the old version while detailed to the facility or equipment level as appropriate, for example, in the old version, the compressing station on main gas transmission line is the statistics and accounting index while in the newly suggested standard you need to know the number of compressors and other related equipment on a compressing station; Third, in the newly suggested standard, for most of the key emission sources we added data monitoring and measurement requirement which is absence in the old guideline.

In the newly suggested standard, there are seven main sections, which includes the application scope of the standard, the citation Index, the glossary and definition, the accounting and reporting boundary determination, the emission source based accounting and measurement method and process, the data quality management, the reporting content and format requirement, besides the 7 main context section, there are also two annexes, one is a reporting template, the other is the recommend default parameters. The core content of this standard is the emission sources recognizing and calculating or measuring, the emission source is divided by combustion, venting, flaring, leaks, the combustion emission is mainly based on emission factors calculation, for some important parameters the standard give specific monitoring requirements; for the venting and flaring sources mainly provided the engineering calculation, based on the temperature, pressure and other parameters, for leaks, the standard provided default emission factors and based

on the statistics of equipment or components number.

This new standard does have done a lot of improvement on the methodology, for an enterprise, they need to do a lot on the basic statistical account and measurements which means also big challenges to them. Even though, we need to know, since of the lack of many local measured emission factors or parameters, the accounting by an enterprise based on this standard will still have a significant uncertainty, the methodology itself also need further modifying and improvement.

ICS 13. 020. 10

Z04

中国油气生产、输送和供应企业温室气体 排放核算和报告标准

Requirements of the greenhouse gas emission accounting and reporting for

Oil and Gas production, transportation and supplying enterprise

×××××-××-××发布

×××××-××-××实施

目 次

前 言	II
油气生产和供应企业温室气体排放核算和报告标准	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算边界	1
5 核算步骤与核算方法	3
6 数据质量管理	8
7 报告内容和格式	8
（资料性附录） 报告格式模板	10
附 录 A （资料性附录） 报告格式模板	10
附 录 B （资料性附录） 相关参数推荐值	12

油气生产、输送和供应企业温室气体排放核算和报告标准

1 范围

本文件规定了中国油气生产、输送和供应企业开展温室气体排放核算与报告相关的术语和定义、核算边界、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式要求。

本文件适用于在我国境内从事常规和非常规油气开采、输送、储存、分销及城镇燃气供应等业务的企业温室气体排放量的核算和报告，报告内容和格式参见附录A。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 213	煤的发热量测定方法
GB/T 384	石油产品热值测定法
GB 474	煤样的制备方法
GB/T 10410	人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法
GB/T 11062	天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
GB/T 12206	城镇燃气热值和相对密度测定方法
GB/T 12208	人工煤气组分与杂质含量测定方法
GB/T 13610	天然气的组成分析（气相色谱法）
GB 17167	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB/T 22723	天然气能量的测定
GB/T 32151.1-2015	温室气体排放核算与报告要求 第1部分：发电企业
HJ 828	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

3 术语和定义

下列术语和定义适用本文件

3.1

油气生产、输送和供应 oil and gas production and supplying

对常规和非常规油气资源的勘探开发、开采、输送、分销或供应活动，包括勘探、钻井、压裂、试油（气）、井下作业、采油（气）、油气集输、油气处理、输送分销、终端供应等作业或过程。

3.2

温室气体 Greenhouse gas (GHG)

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成份。

[GB/T 32150-2015, 定义3.1]

注:本文件涉及的温室气体为二氧化碳 (CO₂) 和甲烷 (CH₄)。

3.3

报告主体 Reporting entity

具有温室气体排放行为的法人企业，或视同法人的独立核算单位、独立生产体。

注:改写GB/T 32150-2015, 定义3.2。

3.4

燃料燃烧排放 Fuel combustion emissions

燃料在出于能源利用目的的氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

注:改写GB/T 32150-2015, 定义3.7。

注:燃料非能源利用产生的排放不在此范畴，而应纳入工艺过程排放或其他排放范畴，如火炬排放等。

3.5

火炬系统排放 Flaring emissions

出于安全、环保等目的将油气开采、输送或供应等各种业务产生的可燃废气在排放前通过火炬或废气燃烧系统进行焚烧处理而产生的温室气体排放。

3.6

过程排放 Process emissions

在生产、废弃物处理处置等过程中原材料因化石燃料燃烧和火炬系统之外的物理或化学变化而产生的温室气体排放。

3.7

逸散排放 Fugitive emissions

由于设备及其组件密封点泄漏引起的无组织排放。

3.8

甲烷回收利用 methane recycle and utilization

报告主体对油田伴生气、工艺放空气或逸散气进行回收利用从而免于排放到大气中的甲烷。

3.9

购入的电力、热力对应的排放 Emissions from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

注:热力包括蒸汽、热水。

[GB/T 32150-2015, 定义3.9]

3.10

输出的电力、热力对应的排放 Emissions from exported electricity and heat

企业输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[GB/T 32150-2015, 定义3.10]

3.11

活动数据 Activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注:如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[GB/T 32150-2015, 定义3.12]

3.12

排放因子 Emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[GB/T 32150-2015, 定义3.13]

注:例如每单位化石燃料消耗所对应的二氧化碳排放量、购入的每千瓦时电量所对应的二氧化碳排放量等。

3.13

碳氧化率 Carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

[GB/T 32150-2015, 定义3.14]

3.14

全球变暖潜势 Global warming potential

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[GB/T 32150-2015, 定义3.15]

3.15

二氧化碳当量 Carbon dioxide equivalent

在辐射强迫上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注:二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

[GB/T 32150-2015, 定义3.16]

4 核算边界

4.1 概述

报告主体应以法人企业，或视同法人的独立核算单位、独立生产体为边界，核算和报告处于其运营控制权之下的油气生产、输送和供应相关活动产生的温室气体排放。

4.2 核算和报告范围

活动范围包括与油气生产、输送和供应相关的钻探、维修、压裂、试井、排水采气、集输、处理、储存、输送、销售、终端供应等业务环节的直接生产系统、辅助生产系统、以及直接为相关业务或活动服务的附属生产系统。其中辅助生产系统包括开采现场的动力、供电、供水、化验、机修、库房、运输等，附属生产系统包括生产指挥中心和场区内为生产服务的部门和单位（如职工食堂、保健站等）。报告主体如果将业务外包（或设施出租）给其他法人或视同法人的单位负责运营，则这些外包的业务或出租的设施在生产活动中产生的温室气体排放无需纳入报告主体的核算报告范围。

4.2.1 化石燃料燃烧排放

包括企业边界内固态、液态、气态化石燃料在各种类型的固定燃烧设备以及移动燃烧设备内氧化燃烧产生的二氧化碳排放。

4.2.2 火炬系统排放

包括火炬系统和废气焚烧系统产生的温室气体排放。

4.2.3 过程排放

包括通过工艺装置泄放口或安全阀门人为或设备自动释放到大气中的温室气体，以及工业废水处理产生的甲烷排放，见表1。

表1 油气生产、输送和供应企业不同作业活动下过程排放源示意表（包括但不限于）

作业活动类型	过程排放源及排放机理
勘探	—
钻井	钻杆测试放空
水力压裂	压裂液返排溶解和携带气体放空排放
试油/试气	试气作业过程无阻放空
采油/采气	采排水溶解携带甲烷及气水分离器疏水阀常开放空
油气集输	燃气压缩机/增压机气动启动器放空 化学注剂泵天然气驱动放空 其他气动装置天然气驱动放空 甘醇脱水器再生尾气放空排放 原油储罐排放
油气处理	甘醇脱水器再生尾气放空排放 酸性气体脱除过程CO ₂ 排放 其他气动装置天然气驱动放空 原油储罐排放

作业活动类型	过程排放源及排放机理
井下作业、设备维修、解列、应急泄压等	设备或管线泄压放空排放
油气输送	油气储罐闪蒸排放 油气储罐逸散排放 管线维护/维修放空 调压放空 压缩机放空及逸散 阀门及组件逸散 管线破坏
油气分销	装卸逸散 储气库/储油罐呼吸排放 阀门及组件逸散 加油站/加气站作业活动逸散
油气终端供应	供应主管线泄压放空及组件逸散 庭院线管道连接件及组件逸散 城市门站或场站组件逸散 用户表逸散 管线破坏 调压站启停/维修或取样放空
废水处理站（致密油、页岩油）	废水处理排放

4.2.4 甲烷逸散排放

甲烷逸散排放的设备/组件类型包括阀门、法兰、其它连接件、开口管线或开口阀、取样连接系统、泄压设备、泵（轴封）、压缩机/增压机（轴封）等。

4.2.5 甲烷回收利用

包括采用节能减排技术回收的油田伴生气、放空气、逸散气等，若这部分甲烷回收量在相应排放源的计算公式中没有扣减，则可从报告主体的总排放量计算公式中予以扣减。

4.2.6 购入的电力、热力产生的排放

包括报告主体消费的购入电力、热力（蒸汽、热水）所对应的二氧化碳排放。

4.2.7 输出的电力、热力产生的排放

包括报告主体输出的电力、热力（蒸汽、热水）所对应的二氧化碳排放。

5 核算步骤与核算方法

5.1 核算步骤

报告主体进行企业温室气体排放核算与报告的完整工作流程包括以下步骤：

- 确定核算边界，全面识别所涉生产活动下的温室气体源。
- 明确核算方法和数据需求，制定排放监测计划，明确数据获取方式及责任人。

- c) 按监测计划收集活动数据和排放因子数据，并对未监测的排放因子数据参考相关规定取缺省值。
- d) 分别计算各个源的排放量或回收利用量。
- c) 汇总计算结果，编制排放报告和格式表单。

5.2 概算方法

5.2.1 概述

报告主体的温室气体排放总量等于核算边界内各个作业活动下的化石燃料燃烧二氧化碳排放量、火炬系统二氧化碳和甲烷排放量（其中非CO₂气体应按全球变暖潜势折算成二氧化碳当量，下同）、过程排放、甲烷逸散排放、报告主体购入电力对应的二氧化碳排放量、购入热力对应的二氧化碳排放量之和，再减去甲烷回收利用量、输出电力对应的二氧化碳排放量以及输出热力对应的二氧化碳排放量，计算公式如下：

$$E = \sum_s (E_{\text{燃烧}} + E_{\text{火炬}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{逸散}})_s - R_{\text{CH}_4\text{回收}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}}$$

(1)

式中：

E — 报告主体温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{燃烧}}$ — 作业活动s下化石燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{火炬}}$ — 作业活动s下通过火炬系统产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{过程}}$ — 作业活动s下因过程排放产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{逸散}}$ — 作业活动s下设备/组件密封点泄漏引起的甲烷逸散排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$R_{\text{CH}_4\text{回收}}$ — 回收且免于排放到大气中的甲烷所对应的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{购入电}}$ — 购入电力对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{购入热}}$ — 购入热力对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{输出电}}$ — 输出电力对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{输出热}}$ — 输出热力对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

S — 作业活动类型，如勘探、钻井、压裂、试油（气）、井下作业、采油（气）、油气集输、油气处理、储存、输送、终端供应等。

化石燃料燃烧排放、火炬系统排放、过程排放、甲烷逸散排放宜分作业活动类型，分别按照以下各小节的相关方法进行核算。

5.2.2 燃料燃烧排放

油气生产、输送和供应企业可能涉及化石燃料燃烧二氧化碳排放的设施包括企业边界内所有直接或辅助用于生产的化石燃料燃烧设施，如锅炉、加热炉、销毁炉、挖掘机、发电机、压裂泵、运输车、固体废物热处理设施等。

5.2.2.1 计算公式

化石燃料燃烧产生的排放量主要基于企业边界内各种活动消耗的化石燃料燃烧量，按式（2）计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_i \sum_j (AD_{i,j} \times CC_{i,j} \times OF_{i,j} \times \frac{44}{12}) \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ — 同式（1）；

$AD_{i,j}$ — 企业某作业活动下燃烧设施*i*内燃烧的化石燃料品种*j*（包括采出、输送或外购天然气、伴生气、汽油、柴油等）的消耗量，对固体或液体燃料以及炼厂干气以吨（t）为单位，对其它气体燃料以万标立方米（10⁴ Nm³）为单位；

$CC_{i,j}$ — 设施*i*内燃烧的化石燃料*j*的含碳量，对固体或液体燃料以吨碳每吨燃料（tC/t）为单位，对气体燃料以吨碳每万标立方米（tC/10⁴ Nm³）为单位；

$OF_{i,j}$ — 化石燃料j在设施i中燃烧的碳氧化率，无量纲，以小数表示（如0.95，下同）；

$\frac{44}{12}$ — 二氧化碳的相对分子质量与碳的相对分子质量之比，无量纲；

i — 燃烧设施序号；

j — 化石燃料品种。

5.2.2.2 活动数据获取

5.2.2.2.1 概述

化石燃料消耗量是指各燃烧设备分品种化石燃料实际消耗量，并应包括进入到这些燃烧设备燃烧的油田伴生气、回收甲烷气、其它可燃气等，计量应符合GB 17167的相关规定。企业应保留化石燃料入炉量的原始数据记录或在企业能源消费台账或统计报表中有所体现。

5.2.2.2.2 燃料消耗量

石油天然气生产企业在生产过程消耗的化石燃料包括煤炭、柴油、重油、煤气、天然气、液化石油气等。化石燃料消耗量的计量要求见表2。

表2 化石燃料消耗量计量要求

燃料类型	计量器具	准确度等级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次	安装位置
固态燃料	非自动衡器	0.1	检定	1次/12个月	每批	每批	—
	连续累计自动衡器（皮带秤）	0.5	检定	1次/12个月	连续	每月	安装在进燃炉燃烧前
液态燃料	油流量计	成品油：0.5 重油、渣油：1.0	检定/校准	1次/12个月	每批	每批	安装在储油罐与燃炉之间
气态燃料	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月	安装于储气罐与燃炉之间

5.2.2.3 排放因子获取

5.2.2.3.1 化石燃料含碳量

a) 固体燃料

宜按表3中的相关要求，定期检测燃料的低位发热量，并按式（3）估算燃料的含碳量：

$$CC_j = NCV_j \times EF_j \quad (3)$$

CC_j 为化石燃料品种 j 的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（tC/t）；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（tC/10⁴Nm³）。

NCV_j

为化石燃料品种 j 的低位发热量，对固体和液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（GJ /10⁴Nm³）。

EF_j 为化石燃料品种 j 的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ），参见附录B表B.1。

如果没有条件实测固体燃料热值，则低位发热量也可参考附录B表B.1中的缺省值。

b) 液体燃料

可参考附录B表B.1中相应液体燃料低位发热量和单位热值含碳量，并按公式（3）估算燃料的含碳量。

c) 气体燃料

宜按照表3中的相关要求，直接检测燃料组分，并根据检测到的气体组分、每种气体组分的体积百分比浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按式（4）估算碳含量。如果某种燃料的碳含量变动范围较大，则应每月至少进行一次检测，并按月消费量加权平均作为该种燃料的碳含量。

$$CC_g = \sum_n \left(\frac{12 \times CN_n \times V_n}{22.4} \times 10 \right) \quad (4)$$

式中：

CC_g 为待测气体 g 的含碳量，单位为吨碳每万标立方米（tC/10⁴Nm³）；

CN_n 为气体组分 n 化学分子式中碳原子的数目；

V_n 为待测气体每种气体组分 n 的体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

n 为气体组分；

12 为碳的摩尔质量，单位为千克每千摩尔（kg/kmol）；

22.4 为标准状况下理想气体摩尔体积，单位为标立方米每千摩尔（Nm³/kmol）；

10 为tC/10⁴ Nm³、kg/kmol以及Nm³/kmol之间的量级转换系数。

注：气体标准状况指大气压力为101.325Kpa，温度为273.15 K（0℃），下同。

如果没有条件实测气体燃料组分，则可参考表3相关要求测量气体燃料的低位发热量，或直接参考附录B表B.1中气体燃料的低位发热量和单位热值含碳量缺省值，并按公式（3）估算燃料含碳量。

表2 油气生产和供应企业化石燃料碳含量和低位发热量检测要求

燃料品种	检测频次	数据处理	遵循标准	
			碳含量	低位发热量
固体燃料	每月至少检测一次	根据每个检测周期的燃料消费量加权平均	—	GB 474、GB/T 213
液体燃料	每季度至少检测一次	根据每个检测周期的燃料消费量加权平均	—	GB/T 384
气体燃料	每半年至少检测一次	根据每个检测周期的燃料消费量加权平均	GB/T 12208、GB/T 13610	GB/T 11062、GB/T 12206、GB/T 22723

5.2.2.1.2 燃料碳氧化率

- a) 燃料碳氧化率可参考附录B表B.1取缺省值。
- b) 有条件的企业也可按照GB/T 32151.1-2015 中5.2.2.3.3的相关规定检测固体燃料在大型燃烧设备上的碳氧化率。

5.2.3 火炬系统排放

5.2.3.1 概述

火炬系统排放可分为正常工况下的火炬气燃烧排放及由于事故、开停机、设备检修等导致的非正常工况火炬气燃烧排放。

5.2.3.2 计算公式

两种工况产生的温室气体排放量之和按式（5）计算：

$$E_{火炬} = (E_{正常火炬_{CO_2}} + E_{非正常火炬_{CO_2}}) \times GW P_{CO_2} + (E_{正常火炬_{CH_4}} + E_{非正常火炬_{CH_4}}) \times GW P_{CH_4}$$

.....(5)

式中：

- $E_{火炬}$ —火炬系统产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{正常火炬_{CO_2}}$ —核算和报告年度内，正常工况下火炬气燃烧产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{正常火炬_{CH_4}}$ —核算和报告年度内，正常工况下火炬气燃烧产生的甲烷排放，单位为吨甲烷（tCH₄）；
- $E_{非正常火炬_{CO_2}}$ —核算和报告年度内，非正常工况火炬气燃烧产生的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- $E_{非正常火炬_{CH_4}}$ —核算和报告年度内，非正常工况火炬气燃烧产生的甲烷排放，单位为吨甲烷（

tCH₄)；

$GW P_{CO_2}$ — 二氧化碳的全球变暖潜势，取值为1，下同；

$GW P_{CH_4}$ — 甲烷的全球变暖潜势暂根据IPCC 第二次评估报告取21，主管部门另有规定的遵循相关规定，下同。

5.2.3.3 正常工况下火炬系统排放：

5.2.3.3.1 计算公式

正常工况火炬燃烧排放按下式（6）与（7）计算：

$$E_{\text{正常工况}_{CO_2}} = \sum_k [Q_{\text{正常工况}} \times (CC_{\#CO_2} \times OF \times \frac{44}{12} + V_{CO_2} \times 19.77)]_k \quad (6)$$

$$E_{\text{正常工况}_{CH_4}} = \sum_k [Q_{\text{正常工况}} \times V_{CH_4} \times (1 - OF) \times 7.17]_k \quad (7)$$

式中：

$Q_{\text{正常工况}}$ — 正常工况下第 k 支火炬系统在报告年度内通过的火炬气流量，单位为万标立方米（10⁴Nm³）；

$CC_{\#CO_2}$ — 火炬气中除二氧化碳外的其他含碳化合物的总含碳量，单位为吨碳每万标立方米（tC/10⁴Nm³）；

OF — 第 k 支火炬系统的燃烧效率，优先采用企业实测值，如无实测值可取缺省值0.98；

V_{CO_2} — 第 k 支火炬系统火炬气中二氧化碳的平均体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

V_{CH_4} — 第 k 支火炬系统火炬气中甲烷的平均体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

$\frac{44}{12}$ — 二氧化碳的相对分子质量与碳的相对分子质量之比，无量纲；

19.77 — 二氧化碳气体在标准状况下的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（tCO₂/10⁴Nm³）；

7.17 — 甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）；

k — 火炬系统序号。

5.2.3.3.2 数据监测与获取

- a) 火炬气流量根据火炬气流量监测系统、工程计算或流量估算等方法获得。
- b) 火炬气的二氧化碳和甲烷体积百分比浓度优先采用火炬气组分分析结果，如无气体成分分析，可根据火炬气来源确定。
- c) 火炬气中除二氧化碳外其它含碳化合物的含碳量应根据每种气体组分的体积百分比浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按式(8)计算：

$$CC_{\text{非}CO_2} = \sum_n \left(\frac{12 \times CN_n \times V_n}{22.4} \times 10 \right) \quad (8)$$

式中：

$CC_{\text{非}CO_2}$ 为火炬气中除二氧化碳外的其它含碳化合物的含碳量，单位为吨碳每万标准立方米（tC/10⁴Nm³）；

CN_n 为火炬气中除二氧化碳外的气体组分 n 的化学分子式中的碳原子数目；

V_n 为火炬气中除二氧化碳外的每种气体组分 n 的体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

n 为火炬气的各种气体组分，二氧化碳除外。

5.2.3.4 非正常工况下火炬系统排放：

5.2.3.4.1 计算公式

非正常工况火炬燃烧所产生的二氧化碳排放量和甲烷排放量计算方法见式（9）和式（10）：

$$E_{\text{非正常工况}CO_2} = \sum_l [FR_{\text{非正常工况}} \times T_{\text{非正常工况}} \times (CC_{\text{非}CO_2} \times OF \times \frac{44}{12} + V_{CO_2} \times 19.77)]_l \quad (9)$$

$$E_{\text{非正常工况}CH_4} = \sum_l [FR_{\text{非正常工况}} \times T_{\text{非正常工况}} \times V_{CH_4} \times (1 - OF) \times 7.17]_l \quad (10)$$

式中：

$FR_{\text{非正常工况}}$ — 报告年度内第 l 次非正常工况火炬燃烧时的平均火炬气流速度，单位为万标准立方米每小时（10⁴ Nm³/h）；

$T_{\text{非正常工况}}$ — 报告年度内第 l 次非正常工况火炬燃烧的持续时间，单位为小时（h）；

$CC_{\text{非}CO_2}$ — 第 l 次非正常工况火炬燃烧时火炬气流中除二氧化碳外的其他含碳化合物的总含

碳量，单位为吨碳每万标立方米（tC/10⁴Nm³）；

V_{CO_2} —第1次非正常工况火炬燃烧时火炬气流中二氧化碳气体的平均体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

V_{CH_4} —第1次非正常工况火炬燃烧时火炬气流中甲烷气体的平均体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

OF —火炬系统的燃烧效率，优先采用企业实测值，如无实测值可取缺省值0.98；

$\frac{44}{12}$ —二氧化碳的相对分子质量与碳的相对分子质量之比；

19.77 —二氧化碳气体在标准状况下的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（tCO₂/10⁴Nm³）；

7.17 —甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）；

I —报告年度内非正常工况下火炬燃烧发生次数。

5.2.3.4.2 数据监测与获取

- a) 非正常工况火炬燃烧持续时间及平均气流速度可按照生产记录取值，或采用工程计算、流量估算等方法进行估算。
- b) 火炬气中二氧化碳浓度及甲烷浓度优先采用火炬气组分分析结果，如无气体成分分析，可追溯导致非正常工况发生的设施或井口的火炬气来源确定。

5.2.4 工艺排放

5.2.4.1 概述

不同作业活动的过程排放等于该作业活动下所发生的各种过程排放的二氧化碳当量之和，见公式（11）。

$$\begin{aligned} E_{\text{过程}} = & (E_{CH_4_钻杆测试} + E_{CH_4_水力压裂} + E_{CH_4_试油/试气} + E_{CH_4_采油/采气} + E_{CH_4_压缩机启动} + \\ & E_{CH_4_化学剂泵} + E_{CH_4_其他气动装置} + E_{CH_4_甘醇脱水器} + E_{CH_4_设备或管线泄压} + \\ & E_{CH_4_原油储罐} + E_{CH_4_废水处理}) \times GWP_{CH_4} + E_{CO_2_酸性气体脱除} \end{aligned} \quad (11)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ —报告主体过程排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{CH_4_钻杆测试}$	—报告主体钻杆测试过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_水力压裂}$	—报告主体水力压裂过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_试油/试气}$	—报告主体试油/试气过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_采油/采气}$	—报告主体采油/采气过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_压缩机启动}$	—报告主体压缩机启动过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_化学注剂泵}$	—报告主体化学注剂过程甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_其他气动装置}$	—报告主体其他气动装置甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_甘醇脱水器}$	—报告主体干醇脱水器甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_设备或管线泄压}$	—报告主体设备或管线泄压甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_原油储罐}$	—报告主体原油储罐甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）；
$E_{CH_4_废水处理}$	—致密油、页岩油开采企业废水处理甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH ₄ ）。
$E_{CO_2_酸性气脱除}$	—报告主体酸性气脱除过程二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO ₂ ）。

5.2.4.2 钻杆测试作业甲烷排放

5.2.4.2.1 计算公式

钻杆测试过程中的甲烷放空排放取决于初开井时间、测试过程中的开井流动时间以及它们的平均气体流量，可按公式（12）估算：

$$E_{CH_4_钻杆测试} = \sum_{k=1}^N \left[\left(FR_{min,k} \times T_{1,k} + \frac{FR_{min,k} + FR_{max,k}}{2} \times T_{2,k} \right) \times V_{CH_4,k} \right] \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (12)$$

式中：

E_{CH_4} 钻杆测试 — 钻杆测试过程中产生的甲烷放空排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

k — 报告年度内进行钻杆测试的油气井序号；

$FR_{min,k}$ — 编号为k的油气井钻杆测试过程的最小气体流量，单位为标准立方米/小时（Nm³/h）；

$FR_{max,k}$ — 编号为k的油气井钻杆测试过程的最大气体流量，单位为标准立方米/小时（Nm³/h）；

$T_{1,k}$ — 打开测试阀门进行初次诱喷以解除地层堵塞的初开井时间，单位为小时（h）；

$T_{2,k}$ — 初开井之后测试过程中的开井流动时间，单位为小时（h）；

$V_{CH_4,k}$ — 编号为k的油气井产出气中的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

7.17 — 甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）。

5.2.4.2.2 数据监测与获取

- 报告主体应监测钻杆测试过程的最小/最大气体流量、初开井时间、测试过程中的开井流动时间并保存好相关记录。
- 气体中甲烷体积百分比浓度优先采用现场实测数据，如无实测值可参考该井产出气的组分取值，有多次实测值的取算术平均值。

5.2.4.3 水力压裂作业甲烷排放

5.2.4.3.1 计算公式

在完井和修井过程中如进行了水力压裂作业，压裂液返排过程中溶解和携带导致的甲烷放空排放可按式估算：

$$E_{CH_4\text{水力压裂}} = \sum_{k=1}^N [(T_{i,k} \times FR_{i,k} \div 2 + Q_{1,k} - Q_{2,k}) \times V_{CH_4,k}] \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (13)$$

式中：

E_{CH_4} 水力压裂 — 水力压裂作业产生的甲烷放空排放量，单位吨甲烷（tCH₄）；

k — 报告年度内水力压裂作业的油气井序号；

$T_{i,k}$ — 编号为k的压裂井直接返排到开放池的累计时间，从能探测到气体流出时算起到流量

增大到开始启用三相分离器时截止，单位为小时（h）；

$FR_{i,k}$ —编号为k的压裂井在刚开始启用三相分离器时的气体流量，单位为标准立方米/小时（Nm³/h）；

$Q_{1,k}$ —编号为k的压裂井三相分离器后气体放空管路上安装的流量计监测到的累计返排的气体量，单位为标准立方米（Nm³）；

$Q_{2,k}$ —编号为k的压裂井在返排过程中作为天然气回收的气体量，单位为标准立方米（Nm³），如果没有进行气体回收，则 $Q_{2,k}$ 为0；

$V_{CH_4,k}$ —返排气体中的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

7.17 —甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）。

5.2.4.3.2 数据监测与获取

- 报告主体应监测每个压裂井直接返排到开放池的累计时间、刚开始启用三相分离器时的气体流量、流量计监测到的累计返排的气体量、返排过程中作为天然气回收的气体量并做好相关记录。
- 返排气体中的甲烷体积百分比浓度优先采用现场实测数据，如无实测值可参考该井产出气的组分取值，有多次实测值的取算术平均值。

5.2.4.4 试油/试气作业甲烷排放

5.2.4.4.1 计算公式

试油/试气作业时的无阻放空过程，通常都会加以回收或通过火炬销毁处理。但如果直接放空，则需按下式计算甲烷排放量：

$$E_{CH_4\text{试油/试气}} = \sum_{k=1}^N (Q_k \times H_k \times V_{CH_4,k}) \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (14)$$

式中：

$E_{CH_4\text{试油/试气}}$ —试油/试气作业时直接放空的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

k —试油/试气作业序号；

Q_k —报告年度内第k次实施试油/试气作业无阻放空流量，无阻流量需折算成标准状况下气体体积计，单位为标准立方米/小时（Nm³/h）；

H_k —报告年度内第k次试油/试气作业时直接放空的作业时间，单位为小时（h）；

$V_{CH_4,k}$ —第k次试油/试气作业无阻放空气中的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

7.17 —甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（ $tCH_4/10^4Nm^3$ ）。

5.2.4.4.2 数据监测与获取

- a) 报告主体应监测每个试油/试气作业的无阻流量、作业时数并做好相关记录。
- b) 放空气中甲烷体积百分比浓度优先采用现场实测数据，如无实测值可参考该井产出气的组分数据取值，有多次实测值的取算术平均值。

5.2.4.5 采油/采气作业甲烷排放

5.2.4.5.1 计算公式

生产井采油/采气过程中因采排水溶解、携带甲烷及气水分离器疏水阀常开放空产生的甲烷排放量可按式估算：

$$E_{CH_4\text{采油/采气}} = \sum_{k=1}^N (H_k \times FR_k \times V_{CH_4,k}) \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (15)$$

式中：

$E_{CH_4\text{采油/采气}}$ —生产井采油/采气产生的甲烷排放量，单位为吨甲烷（ tCH_4 ）；

k —生产井的编号；

H_k —生产井k在报告年度采油/采气作业的累积时间，单位为小时（h）；

FR_k —生产井k采油/采气作业时排水口气体排放的平均流速，单位为标准立方米/小时（ Nm^3/h ）；

$V_{CH_4,k}$ —排出气体的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示。

5.2.4.5.2 数据监测与获取

- a) 排水口气体排放的平均流速应通过流量计、校准袋、大流量采样器或声泄漏检测装置进行测定，如进行了多次测试则取算术平均值。
- b) 气体中甲烷体积百分比浓度参考该井产出气的组分数据取值。

5.2.4.6 压缩机/增压机气动启动器放空甲烷排放

5.2.4.6.1 计算公式

气动启动器广泛用于启动往复式或涡轮发动机，在启动过程中需向启动器供应高压天然气，经过启动器后的乏气通常直接排空，有时也可能进行燃料气回收或通往火炬系统。压缩机/增压机天然气启动过程的甲烷排放量采用下式计算：

$$E_{CH_4\text{压缩机启动}} = \sum_j [N_j \times \Delta t_j \times EF_j \times V_{CH_4,j} \times (1 - CF_j)] \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (16)$$

式中：

$E_{CH_4\text{压缩机启动}}$ —压缩机/增压机天然气启动过程的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

j —压缩机/增压机的型号；

N_j —压缩机/增压机 j 在报告年度的启动次数；

Δt_j —压缩机/增压机 j 的平均启动时间，单位为分钟（min）；

EF_j —压缩机/增压机气动启动器的天然气消耗速率，单位为标准立方米/分钟（Nm³/min）

；

$V_{CH_4,j}$ —启动用天然气的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

CF_j —经过启动器后的乏气进行燃料气回收或通往火炬系统的比例，无量纲，以小数表示。

5.2.4.6.2 数据监测与获取

- 报告主体应监测每台压缩机/增压机的型号、年启动次数、每次启动时间并做好相关记录。
- 不同型号压缩机/增压机启动器的天然气消耗速率优先采用现场实测数据，如无实测值则需参考产品说明书或生产商提供的特定值。
- 天然气的甲烷体积百分比浓度根据气源的组分数据取值。
- 如对乏气进行了燃料气回收或火炬销毁，应根据燃料气回收量或火炬系统运行时间确定回收或销毁的比例系数，否则取0。

5.2.4.7 化学注剂泵天然气驱动放空甲烷排放

5.2.4.7.1 计算公式

天然气驱动的化学注剂泵系利用天然气的膨胀力作用于活塞或隔膜，从而将化学药剂泵入工艺设备/管线，用后的乏气通常直接排空。化学注剂泵天然气驱动放空的甲烷量计算公式如下：

$$E_{CH_4\text{化学注剂泵}} = \sum_j V_j \times V_{CH_4,j} \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (17)$$

式中：

$E_{CH_4_化学注剂泵}$ —天然气驱动的化学注剂泵产生的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

j —化学注剂泵的编号；

V_j —化学注剂泵 j 在报告年度消耗的天然气量，单位为标准立方米（Nm³）；

$V_{CH_4,j}$ —气动泵使用的天然气的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示。

5.2.4.7.2 数据监测与获取

- a) 消耗的天然气量优先采用现场流量计实测数据，如无实测值可根据泵入的化学药剂的量按下式估算：

$$V_j = Q_j \times (1 + I_j) \times \left(\frac{P_{O,j} + 101.325}{273.15 + T_{G,j}} \right) \times \frac{273.15}{101.325} \quad (18)$$

式中：

Q_j —报告年度通过化学注剂泵泵入的药剂量，单位为立方米（m³）；

I_j —化学注剂泵的无效系数，以小数表示，可由生产商提供，如无设备特定值可取缺省值0.3；

$P_{O,j}$ —气动泵标称的药剂射出压力（表压），单位为千帕（kpa）；

$T_{G,j}$ —气动泵使用的天然气的温度，单位为摄氏度（℃）；

101.325 —气体标准状况对应的大气压力，单位为千帕（kpa）；

273.15 —气体标准状况对应的温度，单位为开尔文（k）。

- b) 化学注剂泵泵入的药剂体积优先采用现场流量计实测数据，如无实测值可按下式估算：

$$Q_j = V_{s,j} \times N_j \times H_j \quad (19)$$

式中：

$V_{s,j}$ —化学注剂泵每冲程泵入的药剂量，单位为立方米/冲程（m³/stroke），由生产商提供特定值；

N_j —化学注剂泵每小时的冲程数，单位为冲程/小时(stroke/h)，由生产商提供特定值；

H_j —化学注剂泵在报告年度的运行小时数，单位为小时(h)，根据生产原始记录确定。

c) 化学注剂泵天然气驱动放空甲烷排放量也可根据注剂频次计算，现场注剂压力和注剂泵空间体积保持恒定时，单台注剂泵放空甲烷排放量与单位时间内注剂泵注剂频次成正比，单次注剂过程甲烷排放量采用现场实测数据，化学注剂泵天然气驱动放空甲烷排放量为单次注剂过程甲烷排放量乘以注剂频次，结果统一换算成标准立方米。

d) 气动泵使用的天然气的甲烷体积百分比浓度根据气源的组分数据取值；

5.2.4.8 其他气动装置天然气驱动放空甲烷排放

5.2.4.8.1 计算公式

除压缩机/增压机气动启动器和化学注剂泵外，使用天然气驱动的其他气动装置按照下式计算它们的甲烷放空排放：

$$E_{CH_4\text{其他气动装置}} = \sum_t N_t \times EF_t \times H_t \times V_{CH_4,t} \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (20)$$

式中：

$E_{CH_4\text{其他气动装置}}$ —其他气动装置在报告年度的甲烷放空排放量，单位为吨甲烷(tCH₄)；

t —气动装置类型，优先按型号分类或至少按排气方式区分为连续性高放气、连续性低放气、间歇式放气；

N_t —气动装置t的个数；

EF_t —气动装置t的天然气消耗速率，单位为标准立方米/小时(Nm³/h)；

H_t —气动装置t在报告年度的平均运行小时数，单位为小时(h)；

$V_{CH_4,t}$ —气动装置t驱动用天然气的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示。

5.5.7.2 数据监测与获取

a) 报告主体应建立气动装置的设备台帐并按型号和排气方式统计它们的数量。

- b) 不同类型气动装置驱动用天然气消耗速率优先采用企业实测数据，其次参考产品说明书或生产商提供的特定值，上述数据均不可得的可根据排气方式参考附录B表B.2取值。
- c) 驱动用天然气的甲烷体积百分比浓度根据气源的组分数据取值。
- d) 不同类型气动装置在报告年度的平均运行小时数，优先根据生产原始记录确定，无相关数据的取8760小时。

5.2.4.9 甘醇脱水器再生过程甲烷排放

5.2.4.9.1 计算公式

甘醇（包括三甘醇、二甘醇、乙二醇）脱水器再生尾气放空产生的甲烷排放量可按下式计算：

$$E_{CH_4_甘醇脱水器} = Q_{gas} \times EF_{CH_4_甘醇脱水器} \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (21)$$

式中：

$E_{CH_4_甘醇脱水器}$ 一甘醇脱水器再生尾气放空产生的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

Q_{gas} 一经甘醇脱水器处理的气体量（处理后），单位为万标立方米（10⁴ Nm³）；

$EF_{CH_4_甘醇脱水器}$ 一甘醇脱水器再生过程的甲烷排放因子，单位为标立方米/万标立方米处理量（Nm³CH₄/10⁴ Nm³）。

5.2.4.9.2 数据监测与获取

- a) 经甘醇脱水器处理的气体量根据生产记录或统计台帐确定。
- b) 甘醇脱水器的甲烷排放因子优先采用企业实测值，无实测值的可区分油气集输、油气处理环节参考附录B表B.3取缺省值。

5.2.4.10 设备或管线泄压放空排放

5.2.4.10.1 计算公式

在井下作业、设备维修、解列、应急泄压等情形下可能会发生设备或管线泄压操作，对任何存在设备或管线泄压的活动需按下式估算产生的甲烷排放量：

$$E_{CH_4_设备或管线泄压} = \sum_n V_{s,n} \times V_{CH_4,n} \times \left(\frac{P_{I,n}}{(273.15+T_{I,n})} - \frac{P_{F,n}}{(273.15+T_{F,n})} \right) \times \frac{273.15}{101.325} \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (22)$$

式中：

$E_{CH_4_设备或管线泄压}$ 一设备或管线泄压放空产生的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

n —报告年度内设备或管线泄压的发生次数编号；

$V_{s,n}$ —泄压设备或管线的容积空间，单位为立方米(m^3)；

$V_{CH_4,n}$ —设备或管线内气体的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示；

$P_{I,n}$ —设备或管线泄压前的绝对压力，单位为千帕(kpa)；

$P_{F,n}$ —设备或管线泄压后的绝对压力，单位为千帕(kpa)；如果设备或管线泄压后还进行了管道吹扫，则 $P_{F,n} = 0$ ；

$T_{I,n}$ —设备或管线泄压前的温度，单位为摄氏度($^{\circ}C$)；

$T_{F,n}$ —设备或管线泄压后的温度，单位为摄氏度($^{\circ}C$)；

101.325 —气体标准状况对应的大气压力，单位为千帕(kpa)；

273.15 —气体标准状况对应的温度，单位为开尔文(k)。

5.2.4.10.2 数据监测与获取

- a) 泄压设备或管线的容积空间应根据管道的尺寸参数进行工程估算并做好相关记录。
- b) 气体的甲烷体积百分比浓度优先采用现场实测数据或气源组分数据确定。
- c) 泄压前后的温度、压力优先采用现场实测数据或参考系统或环境参数进行工程估算。
- d) 注意如果设备或管线泄压后还进行了管道吹扫，则泄压后的压力取0。

5.2.4.11 原油储罐排放

5.2.4.11.1 计算公式

油气集输或油气处理过程的原油储罐一般分为拱顶罐和浮顶罐。其中，拱顶罐由于呼吸阀、安全阀、法兰和螺栓产生甲烷排放按下式(23)进行计算，浮顶罐边缘密封、法兰和螺栓产生的甲烷排放按照“5.6 甲烷逸散排放核算方法”进行计算。

$$E_{CH_4\text{拱顶罐}} = E_{CH_4\text{呼吸阀}} + E_{CH_4\text{安全阀}} + E_{CH_4\text{法兰/螺栓}} \quad (23)$$

式中：

$E_{CH_4\text{拱顶罐}}$ —拱顶罐作业过程中排放的甲烷排放量，单位为吨甲烷(tCH_4)；

$E_{CH_4\text{呼吸阀}}$ —拱顶罐顶部呼吸阀排放的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

$E_{CH_4\text{安全阀}}$ —拱顶罐顶部安全阀排放的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

$E_{CH_4\text{法兰/螺栓}}$ —拱顶罐的顶/底部人孔法兰和螺栓、透光孔法兰和螺栓、量油孔法兰和螺栓、呼吸阀法兰和螺栓、安全阀法兰和螺栓的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）。

5.2.4.11.2 数据监测与获取

a) 拱顶罐呼吸阀排放的甲烷排放量按下式（24）计算

$$E_{CH_4\text{呼吸阀}} = \sum_{k=1}^N (Q_k \times H_k \times V_{CH_4,k}) \times 7.17 \times 10^{-4} \quad (24)$$

式中：

$E_{CH_4\text{呼吸阀}}$ —拱顶罐作业过程中呼吸阀排放的甲烷排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

k —呼吸阀序号；

Q_k —报告年度内第k个呼吸阀排放的气体流量，需折算成标准状况下气体体积计，单位为标准立方米/小时（Nm³/h）；

H_k —报告年度内第k个呼吸阀所在拱顶罐的作业时间，单位为小时（h）；

$V_{CH_4,k}$ —第k个呼吸阀排放气体中的甲烷体积百分比浓度，以小数表示；

7.17 —甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）。

b) 报告主体应监测每个呼吸阀排放的气体流量、呼吸阀所在拱顶罐的作业时数并做好相关记录，监测频次不少于1次/月。

c) 呼吸阀排放的气体流量宜采用差压流量计或速度流量计，报告年度内呼吸阀排放的气体流量按取实际监测平均值。

d) 报告主体应监测每个呼吸阀排放气体中甲烷体积百分比浓度并做好相关记录，气体浓度监测与流量监测时间上保持一致，监测频次不少于1次/月。

e) 当安全阀处于非正常工作状态时，安全阀甲烷排放量（ $E_{CH_4\text{安全阀}}$ ）按式（24）及相应监测要求进行计算。

f) 当安全阀处于正常工作状态时,安全阀甲烷排放量 ($E_{CH_4\text{安全阀}}$) 按照“5.6 甲烷逸散排放核算方法”进行计算。

g) 拱顶罐法兰/螺栓 ($E_{CH_4\text{法兰/螺栓}}$) 的甲烷排放量按照“5.6 甲烷逸散排放核算方法”进行计算。

5.2.4.12 城镇燃气管道逸散类甲烷排放

城镇燃气供应企业燃气管道逸散排放一般包括主管道和庭院线管道PE管渗漏排放、钢管渗漏排放及闸井逸散排放,需分别统计并汇总如下:

$$E_{\text{管道逸散}} = E_{PE\text{管逸散}} + E_{\text{钢管逸散}} + E_{\text{闸井逸散}} \quad (25)$$

5.2.4.12.1 计算公式

5.2.4.12.1.1 PE管渗漏

燃气管道渗漏多发于PE管,其渗漏量与管的材质和其所在外部环境有直接关系,计算公式如下

$$E_{PE\text{管}} = EF_{PE\text{管}} \cdot AD_{PE\text{管}} \quad (26)$$

式中:EF——排放因子, $tCO_2e/(km \cdot \text{年})$

AD——PE管道长度, km

5.2.4.12.1.2 钢管渗漏

$$E_{\text{钢管}} = EF_{\text{钢管}} \cdot AD_{\text{钢管}} \quad (27)$$

式中:EF——排放因子, $tCO_2e/(km \cdot \text{年})$

AD——钢制管道长度, km

5.2.4.12.1.3 闸井排放

平均每7至15公里主干线会出现一处闸井排放,其表现为连续地泄漏,在密封系统内尤为显著。

$$E_{\text{闸井}} = EF_{\text{闸井}} \cdot AD_{\text{闸井}} \quad (28)$$

式中:EF——排放因子, $tCO_2e/(\text{个} \cdot \text{年})$

AD——闸井数量, 个

5.2.4.12.2 数据监测与获取

报告主体需统计主干线PE管道和钢管的总长度，以及闸井的总体数量。

公式中PE管道长度、钢管管道长度及闸井数量数据采用企业台账记录数据，甲烷逃逸排放因子应优先采用企业实测值，无实测条件的企业可参考附录中给出的排放因子缺省值。

5.2.4.13 燃气厂站逸散排放

5.2.4.13.1 计算公式

$$E_{\text{厂站}} = EF_{\text{厂站}} \cdot AD \quad (29)$$

式中： $E_{\text{厂站}}$ ——厂站逸散排放量， $\text{tCO}_2\text{e}/\text{年}$

AD ——厂站数量，个

$EF_{\text{厂站}}$ ——厂站排放因子， $\text{tCO}_2\text{e}/(\text{个} \cdot \text{年})$

5.2.4.13.2 数据监测与获取

报告主体需统计运营的厂站数量。

公式中厂站数量采用企业台账记录数据，甲烷逃逸排放因子应优先采用企业实测值，无实测条件的企业可参考附录中给出的排放因子缺省值。

5.2.4.14 用户表逸散排放

5.2.4.14.1 计算公式

$$E_{\text{用户表逸散}} = A_{\text{工商表}} EF_{\text{工商表}} + A_{\text{居民户外表}} EF_{\text{居民户外表}} + A_{\text{居民户内表}} EF_{\text{居民户内表}} \quad (30)$$

其中： A ——为各类用户活动数量， $\text{tCO}_2\text{e}/\text{年}$ ；

EF ——为各类用户表排放因子， $\text{tCO}_2\text{e}/(\text{个} \cdot \text{年})$ ；

5.2.4.14.2 数据监测与获取

报告主体需统计各类用户计量表的数量。

不同类型装置的数量 N 采用企业实际生产运行数据，不同用户表甲烷排放因子 EF 应优先采用企业实测值，无实测条件的企业可参考附录中给出的排放因子缺省值。

5.2.4.15 废水处理甲烷排放

5.2.4.15.1 计算公式

如果某作业活动有厂内废水处理系统，需计算工业废水处理甲烷排放，其二氧化碳当量排放等于废水处理产生的甲烷排放量乘以甲烷的全球变暖潜势，计算公式如下：

$$E_{\text{废水处理}} = E_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} \quad (31)$$

式中：

E_{CH_4} —工业废水处理甲烷排放，单位为吨甲烷（t CH₄）；

GWP_{CH_4} —甲烷的全球变暖潜势。

5.2.4.15.2 数据监测与获取

a) 工业废水处理甲烷排放 E_{CH_4} 按公式（32）计算：

$$E_{CH_4} = (TOW - S) \times EF \times 10^{-3} - R \quad (32)$$

式中：

TOW —工业废水中可降解有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

S —其中以污泥形式清除掉的有机物总量，单位为千克化学需氧量（kgCOD）；

EF —废水处理的甲烷排放因子，单位为千克甲烷每千克化学需氧量（kgCH₄/kgCOD）；

R —废水处理系统回收的甲烷量，包括通过火炬销毁和能源回收利用两部分，单位为吨甲烷（t CH₄）。

b) 工业废水中可降解有机物总量、以污泥形式清除掉的有机物总量、废水处理系统回收的甲烷量应根据企业原始记录或统计台账确定。

c) 以污泥形式清除掉的有机物总量如无数据支撑，则应假设为零。

d) 废水处理系统回收的甲烷量如无数据支撑，则应假设为零。

e) 工业废水中可降解有机物总量，如无统计数据，可按下式计算：

$$TOW = W \times (COD_{in} - COD_{out}) \quad (33)$$

式中：

W —报告年度内废水处理系统接纳的废水量，单位为立方米（m³），采用企业计量数据；

COD_{in} —废水处理系统进水口的化学需氧量浓度年平均值，单位为千克化学需氧量每立方米（kgCOD/m³）；

COD_{out} —废水处理系统出水口的化学需氧量浓度年平均值，单位为千克化学需氧

量每立方米 (kgCOD/m³)。化学需氧量浓度检测应遵循HJ 828等相关标准,水样采集频率至少为2小时一次,取24小时混合样进行测定,年平均值根据每日检测结果及日废水处理量加权平均。

f) 废水处理的甲烷排放因子,根据废水处理系统类型或排放途径,按公式(34)计算:

$$EF = Bo \times MCF \quad (34)$$

式中:

Bo —工业废水的甲烷最大产生能力,单位为千克甲烷每千克化学需氧量 (kgCH₄/kgCOD),工业废水的甲烷最大产生能力,应优先使用国家主管部门公布的数值,如果没有,可暂取缺省值0.25 kgCH₄/kgCOD。

MCF —甲烷修正因子,无量纲,表示不同处理系统或排放途径达到的甲烷最大产生能力(Bo)的程度,具备条件的企业可开展实测,或委托专业机构进行检测,无企业特定值时可根据废水处理系统类型或排放途径参考附录B附表B.4取缺省值。

5.2.4.16 酸性气体脱除过程CO₂排放

5.2.4.16.1 计算公式

如果采出气需要进行酸性气体脱除,则可能在脱除过程中产生CO₂排放,其CO₂排放量可根据脱除设备的进口、出口气体流量及气体中CO₂体积百分比浓度按下式计算:

$$E_{CO_2_酸性气体脱除} = \sum_{k=1}^N (Q_{in,k} \times V_{CO_2,in,k} - Q_{out,k} \times V_{CO_2,out,k}) \times 19.77 \quad (35)$$

式中:

$E_{CO_2_酸性气体脱除}$ —酸性气体脱除过程产生的CO₂排放量,单位为吨二氧化碳 (tCO₂);

k —脱除设备序号;

$Q_{in,k}$ —进入第k套脱除设备待处理的气体流量,单位为万标立方米 (10⁴Nm³);

$V_{CO_2,in,k}$ —第k套脱除设备入口处气体的CO₂体积百分比浓度,无量纲,以小数表示;

$Q_{out,k}$ —流出第k套脱除设备的气体流量 (处理后),单位为万标立方米 (10⁴Nm³);

$V_{CO_2,out,k}$ —第k套脱除设备出口处气体的CO₂体积百分比浓度,无量纲,以小数表示。

5.2.4.16.2 数据监测与获取

- a) 进入和流出脱除设备的气体量需通过连续流量计量仪进行监测，并做好原始记录。
- b) 对脱除前后的CO₂体积百分比浓度推荐采用连续气体分析仪的测量结果。
- c) 如果没有安装连续气体分析仪，则应通过气相色谱仪至少每月进行一次采样检测CO₂浓度并取算术平均值。

5.2.5 组件甲烷逸散排放

5.2.5.1 计算公式

不同业务活动中相关设备及其组件，如阀门、法兰、其它连接件、开口管线或开口阀、取样连接系统、泄压设备、泵（轴封）、压缩机/增压机（轴封）等可能因密封点泄漏而产生甲烷逸散排放，建议基于设备/组件清单及其平均排放因子估算甲烷逸散排放量：

$$E_{\text{逸散}} = \sum_s \sum_j (N_{s,j} \times H_{s,j} \times EF_{s,j} \times V_{CH_4,s}) \times 7.17 \times 10^{-4} \times GWP_{CH_4} \quad (36)$$

式中：

$E_{\text{逸散}}$ —油气开采、输送或供应活动中甲烷逸散排放量，单位为吨二氧化碳当量(CO₂e)；

s —作业活动类型；

j —作业活动s下设备/组件清单的类型划分，如分为阀门、法兰、其它连接件、开口管线或开口阀、取样连接系统、泄压设备、泵（轴封）、压缩机/增压机（轴封）等；

$N_{s,j}$ —作业活动s下设备组件类型j的数量，单位为个或套；

$H_{s,j}$ —作业活动s下设备组件类型j在报告年度的平均运行小时数，单位小时(h)；

$EF_{s,j}$ —作业活动s下设备组件类型j平均的气体逸散排放因子，单位为标准立方米/小时/个(Nm³/h/个)；

$V_{CH_4,s}$ —作业活动s下逸散所涉气源的甲烷体积百分比浓度，无量纲，以小数表示。

5.2.5.2 数据监测与获取

- a) 报告主体应基于实际现场调查或通过详细的工艺流程图、管道仪表图、装置平面布置图、设备台帐等编制设备组件清单，应按照《石化企业泄漏检测与修复工作指南》（环办【2015】104号）进行密封点分类和计数。
- b) 不同类型设备组件在报告年度的平均运行小时数，优先根据生产原始记录确定，无相关数据的取8760小时。

- c) 不同类型设备组件平均的气体逸散排放因子优先采用企业根据《石化行业VOCs污染源排查工作指南》（环办【2015】104号）排查检测得到的实测数据，无实测值的可按生产活动和设备组件分类参考附录B表B.5取缺省值。
- d) 逸散所涉气源的甲烷体积百分比浓度根据气源的组分数据取值。

5.2.6 甲烷回收利用量

5.2.6.1 计算公式

企业如果对某个排放源进行了甲烷回收且该排放源的计算方法没有反映甲烷回收技术的减排效果，则可按式单独计算甲烷回收利用量并从企业的总排放量中予以扣除：

$$R_{CH_4\text{回收}} = Q_{CH_4} \times PUR_{CH_4} \times 7.17 \times GWP_{CH_4} \quad (37)$$

式中：

$R_{CH_4\text{回收}}$ — 甲烷回收利用量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

Q_{CH_4} — 回收利用的甲烷气体体积，单位为万标立方米（10⁴Nm³）；

PUR_{CH_4} — 甲烷气体的纯度（甲烷体积百分比浓度），无量纲，以小数表示；

7.17 — 甲烷气体在标准状况下的密度，单位为吨甲烷每万标立方米（tCH₄/10⁴Nm³）。

5.2.6.2 数据监测与获取

- a) 企业应监测甲烷的回收量及其甲烷纯度，并做好原始记录、质量控制和文件存档工作。
- b) 计算时非标准状况下的气体体积应换算为标准状况下的气体体积。
- c) 甲烷浓度的检测应遵循GB/T 10410、GB/T 12208、GB/T 13610等相关标准。

5.2.7 购入和输出的电力、热力对应的排放

5.2.7.1 购入电力对应的排放计算公式

购入电力对应的二氧化碳排放量按式（32）计算：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}} \quad (38)$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ 为购入电力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

$AD_{\text{购入电}}$ 为核算和报告期内购入电力量，单位为兆瓦时（MWh）。

$EF_{\text{电}}$ 为所在区域电网平均二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

5.2.7.2 购入热力对应的排放计算公式

购入热力对应的二氧化碳排放量按式（39）计算：

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}} \quad (39)$$

式中：

$E_{\text{购入热}}$ 为购入热力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

$AD_{\text{购入热}}$ 为核算和报告期内购入热力量，单位为吉焦（GJ）。

$EF_{\text{热}}$ 为所在区域的供热二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）。

5.2.7.3 输出电力对应的排放计算公式

输出电力对应的二氧化碳排放量按式（40）计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电}} \quad (40)$$

式中：

$E_{\text{输出电}}$ 为输出电力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

$AD_{\text{输出电}}$ 为核算报告期内输出电力量，单位为兆瓦时（MWh）。

$EF_{\text{电}}$ 为所在区域电网平均二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

5.2.7.4 输出热力对应的排放计算公式

输出热力对应的二氧化碳排放量按式（41）计算：

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{热}} \quad (41)$$

式中：

$E_{\text{输出热}}$ 为输出热力所对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

$AD_{\text{输出热}}$ 为核算和报告期内输出热力量，单位为吉焦（GJ）。

$EF_{\text{热}}$ 为所在区域的供热二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）。

5.2.7.5 数据的监测与获取

- a) 电力活动数据，以企业和电网公司结算的电表读数或企业能源消费台帐或统计报表为据。
- b) 热力活动数据，以热力购售结算凭证或企业能源消费台帐或统计报表为据。
- c) 电力排放因子应选用国家主管部门公布的对应年份（若无对应年份则选最贴近年份）的电网平均二氧化碳排放因子。主管部门另有规定的，则应遵循主管部门的相关规定。
- d) 热力排放因子暂取缺省值0.11tCO₂/GJ。主管部门另有规定的，则应遵循主管部门的相关规定。

6 数据质量管理

报告主体宜加强温室气体数据质量管理工作，包括但不限于：

- a) 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度，包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责企业温室气体排放核算和报告工作。
- b) 根据各种类型的温室气体排放源的重要程度对其进行等级划分，并建立企业温室气体排放源一览表，对于不同等级的排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求。
- c) 对现有监测条件进行评估，不断提高自身监测能力，并制定相应的温室气体排放监测计划（相关模板可参考附录C），包括对活动数据的监测和对化石燃料低位发热量等参数的监测；定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理，并记录存档。
- d) 建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源，数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理。
- e) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。定期对温室气体排放数据进行交叉校验，对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

7 报告内容和格式

7.1 概述

排放报告需包括报告主体基本信息、温室气体排放量、活动数据及来源、排放因子及数据来源等信息。

7.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括报告主体名称、报告年度、单位性质、所属行业、组织或分支机构、地理位置、成立时间、发展演变、法定代表人、填报负责人及其联系方式等。报告主体基本信息还应包括核算边界及年际变化、主要产品及工艺流程、以及排放源识别情况的详细说明（必要时可附表和附图）。

7.3 温室气体排放量

报告主体应以CO₂当量的形式报告本企业在整个报告期内的温室气体排放总量，并分别以质量单位报告化石燃料燃烧CO₂排放、火炬气燃烧CO₂和甲烷排放、工艺过程CO₂和甲烷排放、甲烷逸散排放，企业购入和电力和热力对应的CO₂排放，企业回收利用甲烷量以及本文件未涉及的但依照其他标准应予核算和报告的相关温室气体排放源及排放量。

7.4 活动数据及来源

报告主体应分别报告所核算的各个排放源的活动数据，并说明它们的数据来源或资料凭据、监测方法、记录频率等。

7.5 排放因子数据及其来源

报告主体应分别报告各项活动数据所对应的含碳量或其他排放因子计算参数，并说明它们的数据来源、参考出处、相关假设及其理由等。

7.5 其它希望说明的情况

分条阐述企业希望在报告中说明的其他问题或对本文件的修改建议。

(资料性附录)
报告格式模板

附 录 A
(资料性附录)
报告格式模板

油气生产、输送和供应企业温室气体排放报告

报告主体（盖章）：

报告年度：

编制日期： 年 月 日

参考《油气生产、输送和供应企业温室气体排放核算与报告标准》及其中的报告内容和格式，本企业核算了____年度温室气体排放量，并填写了相关数据表格，见表1～表__。现将有关情况报告如下：

一、企业基本情况及排放源识别

二、温室气体排放情况

三、活动数据及来源说明

四、排放因子数据及来源说明

五、其它希望说明的情况

本企业承诺对本报告的真实性负责。

法定代表人（签字）：

年 月 日

表A.1 报告主体_____年温室气体排放量汇总表

源类别	勘探作业 ^{a, b} (单位: 吨)	钻井作业 ^{a, b} (单位: 吨)	压裂作业 ^{a, b} (单位: 吨)	…作业 ^{a, b} (单位: 吨)	排放量/回收利用量小计 ^a (单位: 吨)	温室气体排放/回收利用量 ^c (单位: 吨CO ₂ e)
化石燃料燃烧二氧化碳排放						
火炬系统二氧化碳排放						
火炬系统甲烷排放						
过程排放——甲烷						
过程排放——二氧化碳						
甲烷逸散排放						
甲烷回收利用量	—					
购入电力对应的二氧化碳排放	—					
购入热力对应的二氧化碳排放	—					
输出电力对应的二氧化碳排放	—					
输出热力对应的二氧化碳排放	—					
企业温室气体排放总量		不包括购入和输出的电力、热力对应的二氧化碳排放				
		包括购入和输出的电力、热力对应的二氧化碳排放				

^a 对化石燃料燃烧、火炬系统、过程排放、甲烷逸散排放，鼓励分勘探、钻井、压裂、试油（气）、井下作业、采油（气）、油气集输、油气处理等作业活动分别核算，请报告主体根据实际从事的作业活动类型自行增加、删除相应的栏目；

^b如不能拆分到作业活动，则在相应栏目下填写“IE”，同时直接在“排放量/回收利用量小计”栏目填报最终的计算结果，注意所填数据为温室气体本身的质量（吨）；

^c 注意所填数据为换算成二氧化碳当量后的质量（吨CO₂e）。

表A.2 化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表^a

燃料品种 ^b	燃烧量 (t, 或10 ⁴ Nm ³)	含碳量	低位发热量 ^c	单位热值含碳量 ^c (tC/GJ)	碳氧化率
		数值 (tC/t, 或tC/10 ⁴ Nm ³)	数值 (GJ/t, 或GJ/10 ⁴ Nm ³)		数值 (%)
无烟煤					
烟煤					
褐煤					
天然气					
原油					
柴油					

... ^b					
^a 如果分作业活动类型计算了化石燃料燃烧排放，请报告主体按照相关联的作业活动类型分别复制、填写本表。 ^b 如使用了其它能源品种，请自行加行一一列明燃料品种并填数。 ^c 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量来估算燃料含碳量的情景请填写本栏。					

表A.3 正常工况下火炬系统排放的活动数据和气体成分数据一览表^a

火炬系统序号	火炬气流量 (10 ⁴ Nm ³)	除二氧化碳外其它含碳化合物的总含碳量 (tC/10 ⁴ Nm ³)	火炬气中二氧化碳的体积百分比 浓度 (%)	火炬气中甲烷的体积百分比 浓度 (%)	火炬系统的燃烧效率 (%)
火炬系统1					
火炬系统2					
... ^b					
^a 如果分作业活动类型计算了火炬系统排放，请报告主体按照相关联的作业活动类型分别复制、填写本表。 ^b 根据企业边界内的实际火炬系统数量自行加行或减行。					

表A.4 非正常工况火炬系统排放的活动数据和气体成分数据一览表^a

报告年度非正常工况火炬燃烧发生次序	非正常工况火炬气流速 度 (10 ⁴ Nm ³ /h)	除二氧化碳外其它含碳化合物的 总含碳量 (tC/10 ⁴ Nm ³)	非正常工况持续时间 (h)	火炬气中二氧化碳的体 积百分比浓度 (%)	火炬气中甲烷的体 积百分比浓度 (%)	火炬系统的燃 烧效率 (%)
第1次						
第2次						
... ^b						
^a 如果分作业活动类型计算了火炬系统排放，请报告主体按照相关联的作业活动类型分别复制、填写本表。 ^b 根据报告年度内非正常工况下火炬燃烧发生次数自行加行或减行。						

表A. 5 钻杆测试作业过程排放活动数据和排放因子一览表

进行钻杆测试的油气井序号	钻杆测试过程的最小气体流量 (Nm ³ /h)	钻杆测试过程的最大气体流量 (Nm ³ /h)	初开井时间 (h)	测试过程中的开井 流动时间 (h)	甲烷体积百分比浓 度(%)
井1					
井2					
... ^a					
^a 请报告主体根据进行钻杆测试的油气井数量自行加行或减行。					

表A. 6 水力压裂作业过程排放活动数据和排放因子数据一览表

实施水力压裂的油气井 序号	刚开始启用三相分离器时的气体 流量 (Nm ³ /h)	直接返排到开放池的累计 时间 (h)	流量计监测到的累计返排的气 体量 (Nm ³)	返排过程中作为天然气回收的 气体量 (Nm ³)	返排气体的甲烷体积 百分比浓度 (%)
井1					
井2					
... ^a					
^a 请报告主体根据水力压裂作业的油气井数量自行加行或减行。					

表A. 7 试油/试气作业过程排放活动数据和排放因子数据一览表

实施试油/试气作业的油气井序号	无阻放空流量 (Nm ³ /h)	无阻放空作业时数 (h)	甲烷体积百分比浓度 (%)
井1			
井2			
... ^a			
^a 请报告主体根据试气作业的油气井数量自行加行或减行。			

表A. 8 采油/采气作业过程排放活动数据和排放因子数据一览表

油气井编号	排水口气体排放的平均流速 (Nm ³ /h)	采油/采气作业的累积时间 (h)	排出气体的甲烷体积百分比浓度(%)
井1			
井2			
... ^a			
^a 请报告主体根据油气井的数量自行加行或减行。			

表A. 9 燃气压缩机/增压机气动启动器放空活动数据及排放因子数据一览表

压缩机/增压机型号	累计启动次数 (次)	平均启动时间 (分钟/次)	天然气消耗速率 (Nm ³ /分钟)	甲烷体积百分比浓度 (%)	乏气进行回收或销毁的比例 (%)
... ^a					
^a 请报告主体根据所用压缩机/增压机的型号自行加行或减行。					

表A. 10 化学注剂泵天然气驱动放空活动数据及排放因子数据一览表

化学注剂泵编号	报告年度消耗的天然气量 (Nm ³)	泵入的药剂量 (m ³)	化学注剂泵的有效系数	药剂射出压力 (Kpa)	天然气的温度 (°C)	甲烷体积百分比 浓度 (%)
... ^a						
^a 请报告主体根据所用化学注剂泵的类型、数量自行加行或减行。						

表A. 11 其他气动装置天然气驱动放空活动数据及排放因子数据一览表

气动装置类型	气动装置个数	平均运行小时数 (小时)	天然气消耗速率 (Nm ³ /小时)	甲烷体积百分比浓度 (%)
连续性高放气				
连续性低放气				
间歇式放气				
... ^a				
^a 请报告主体根据气动装置的型号或排放方式分类自行加行或减行。				

表A. 12 甘醇脱水器再生过程排放活动数据及排放因子数据一览表

生产环节	经甘醇脱水器处理的气体量 (10 ⁴ Nm ³)	甘醇脱水器再生过程的甲烷排放因子 (Nm ³ CH ₄ /10 ⁴ Nm ³)
油气集输环节		
油气处理环节		

表A. 13 设备或管线泄压放空活动数据及排放因子数据一览表

设备或管线泄压的发生 次数编号 ^a	泄压设备或管线的容积空间 (10 ⁴ Nm ³)	甲烷体积百分比 浓度 (%)	泄压前的绝对压力 (Kpa)	泄压前的温度 (℃)	泄压后的绝对压力 (Kpa)	泄压后的温度 (℃)
1						
2						
... ^a						
^a 请报告主体根据设备或管线泄压放空次数自行加行或减行。						

表A. 14 拱顶罐呼吸阀排放活动数据及排放因子参数一览表

拱顶罐编号	拱顶罐作业时间 (h)	呼吸阀排放的气体流量 (Nm ³ /h)	排出气体的甲烷体积百分比浓度(%)
罐1			
罐2			
... ^a			

^a请报告主体根据拱顶罐的数量自行加行或减行。

表A. 15 工业废水处理活动数据及排放因子参数一览表^a

处理系统接纳的废水量 (m ³)	进水口的化学需氧量浓度 (kg COD/m ³)	出水口的化学需氧量浓度 (kg COD/m ³)	其中以污泥形式清除掉的COD量 (kg COD)	甲烷最大生产能力 (kg CH ₄ /kg COD)	甲烷修正因子	废水处理系统回收的甲烷量 (t CH ₄)

^a 如果分作业活动类型计算了废水处理排放，请报告主体按照相关联的作业活动类型分别复制、填写本表。

表A. 16 天然气酸性气体脱除过程二氧化碳排放活动数据及排放因子数据一览表

脱除设备序号 ^a	进气量 (10 ⁴ Nm ³)	进气二氧化碳体积百分比浓度 (%)	出气量 (10 ⁴ Nm ³)	出气二氧化碳体积百分比浓度 (%)
1				
2				
... ^a				

^a 请报告主体根据酸性气体脱除设备数量自行加行或减行。

表A. 17油气开采作业过程中甲烷逸散排放活动数据及排放因子数据一览表

作业活动类型	设备/组件类型	设备组件类型的数量 (个)	设备组件类型的平均运行小时数 (h)	平均的气体逸散排放因子 (Nm ³ /h/个)	甲烷体积百分比浓度 (%)
... ^a	阀门				
	法兰				
	其它连接件				
	开口管线或开口阀				
	取样连接系统				
	泄压设备				
	泵（轴封）				
	压缩机/增压机（轴封）				
	... ^b				

^a 请报告主体根据所从事的油气作业活动自行加行或减行；
^b 请报告主体根据设备组件的类型划分自行加行或减行。

表A. 18 甲烷回收利用量数据一览表

甲烷回收利用量 (10 ⁴ Nm ³)	甲烷体积百分比浓度 (%)	甲烷密度 (t/10 ⁴ Nm ³)

表A. 19 购入和输出的电力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	电量 (MWh)	排放因子 (tCO ₂ / MWh)	排放量 (tCO ₂)
购入			
输出			
^a 若购入或输出的电力存在一个以上不同排放因子的电力来源，请自行分行一一列明。			

表A. 20 购入和输出的热力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	热量 (GJ)	排放因子 (tCO ₂ / GJ)	排放量 (tCO ₂)
购入			
输出			
^a 若购入或输出的热力存在一个以上不同排放因子的热力来源，请自行分行一一列明。			

附 录 B
(资料性附录)
相关参数缺省值表

表B.1 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/×10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率(%)
固体燃料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4 ^b ×10 ⁻³	94 ^b
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1 ^b ×10 ⁻³	93 ^b
	褐煤	t	11.9 ^c	28 ^b ×10 ⁻³	96 ^b
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90 ^d
	其它洗煤	t	12.545 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90 ^d
	型煤	t	17.460 ^d	33.6 ^b ×10 ⁻³	90 ^b
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.6 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	焦炭	t	28.435 ^a	29.5 ^b ×10 ⁻³	93 ^b
	石油焦	t	32.5 ^c	27.50 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
液体燃料	原油	t	41.816 ^a	20.1 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	一般煤油	t	43.070 ^a	19.6 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	液化天然气	t	51.434 ^e	15.3 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	液化石油气	t	50.179 ^a	17.2 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	石脑油	t	44.5 ^c	20.0 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
	焦油	t	33.453 ^a	22.0 ^c ×10 ⁻³	98 ^b
	粗苯	t	41.816 ^a	22.7 ^d ×10 ⁻³	98 ^b
	其它石油制品	t	40.2 ^c	20.0 ^b ×10 ⁻³	98 ^b
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.3 ^b ×10 ⁻³	99 ^b
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^d	70.80 ^c ×10 ⁻³	99 ^b
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^d	49.60 ^d ×10 ⁻³	99 ^b
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81 ^a	13.58 ^b ×10 ⁻³	99 ^b
	炼厂干气	t	45.998 ^a	18.2 ^b ×10 ⁻³	99 ^b
	其它煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^a	12.2 ^b ×10 ⁻³	99 ^b
a 《中国能源统计年鉴2018》 b 《省级温室气体清单指南（试行）》 c 《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》 d 《中国温室气体清单研究》（2005） e 《能源统计报表制度》					

表B.2 各种工业废水处理系统的MCF缺省值

废水处理系统类型	MCF	范围	备注
电解工艺	0		
管理完善的好氧处理设施	0	0 - 0.1	必须管理完善
管理不完善的好氧处理设施	0.3	0.2 - 0.4	管理不完善;过载
污泥厌氧消化池	0.8	0.8 - 1.0	未考虑甲烷回收作用
厌氧反应器	0.8	0.8 - 1.0	未考虑甲烷回收作用
浅厌氧塘	0.2	0 - 0.3	深度不足2米
深厌氧塘	0.8	0.8 - 1.0	深度超过2米

附 录 C

（资料性附录）

排放监测计划模板

****企业（或者其他经济组织名称）

温室气体排放监测计划

A 监测计划的版本及修订			
版本号	修订（发布）内容	修订（发布）时间	备注
B 报告主体描述			
企业（或者其他经济组织）名称			
地址			
统一社会信用代码（组织机构代码）		行业分类 （按核算标准分类）	
法定代表人	姓名：	电话：	
监测计划制定人	姓名：	电话：	邮箱：
报告主体简介			
1. 单位简介 （至少包括：成立时间、所有权状况、法人代表、组织机构图和厂区平面分布图） 2. 主营产品 （至少包括：主营产品的名称及产品代码） 3. 主营产品及生产工艺 （至少包括：每种产品的生产流程图及工艺流程描述，并在图中标明温室气体排放设施，对于涉及化学反应的工艺需写明化学反应方程式）			

C 核算边界和主要排放设施描述				
4. 法人边界的核算和报告范围描述 ¹				
5. 主要排放设施 ²				
5.1与燃料燃烧排放相关的排放设施				
编号	设施名称	设施安装位置	排放源及温室气体种类 ³	是否纳入配额管控范围
.....				
5.2与过程排放相关的设施				
编号	设施名称	设施安装位置	排放源及温室气体种类 ⁴	是否纳入配额管控范围

¹)

按行业核算方法和报告要求中的“核算边界”章节的要求具体描述。

²)

对于同一设施同时涉及5.1/5.2/5.3类排放的，需要在各类排放设施中重复填写。

³)

例如燃煤过程产生的二氧化碳排放。

⁴)

例如脱硫过程产生的二氧化碳排放。

.....										
5.3主要耗电和耗热的设施 ⁵⁾										
编号	设施名称	设施安装位置	是否纳入配额管控范围							
.....										
D活动数据和排放因子的确定方式										
D-1 燃料燃烧排放活动数据和排放因子的确定方式										
燃料种类	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁶⁾ 选取以下获取方式： ■ 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ■ 缺省值（如是，请填写具体数值）； ■ 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ■ 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）。	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录 频次	数据缺失时的处 理方式	数据获取负 责部门
			监测设备及 型号	监测设 备 安装位 置	监 测 频 次	监测设 备 精度	规定的 监测设 备 校准频 次			

⁵⁾ 该类设施，特别是耗电设施，只需填写主要设施即可，例如耗电量较小的照明设施可不填写。

⁶⁾ 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

燃料种类A ⁷										
消耗量										
低位发热值										
单位热值含碳量										
含碳量										
碳氧化率	%									
燃料种类B										
消耗量										
低位发热值										
单位热值含碳量										
含碳量										
碳氧化率	%									
燃料种类C										
.....										

D-2 火炬系统排放活动数据和排放因子的确定方式

⁷) 填报时请列明具体的燃料名称，同一燃料品种仅需填报一次；如果有多个设施消耗同一种燃料，请在“数据的计算方法及获取方式”中对“消耗量”、“低位发热量”、“单位热值含碳量”、“含碳量”、“碳氧化率”等参数进行详细描述，不同设施的同一燃料相关信息应分别列明。

相关参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁸⁾ 选取以下获取方式： ■ 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ■ 缺省值（如是，请填写具体数值）； ■ 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ■ 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）。	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备及型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
火炬燃烧排放1：正常工况下火炬系统排放 ⁹⁾											
参数1	火炬气流量	10 ⁴ Nm ³									
参数2	火炬气中除二氧化碳外其它含碳化合物的总含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³									
参数3	火炬气中二氧化碳的体积百分比浓度	%									
参数4	火炬气中甲烷的体积百分比浓度	%									
参数5	火炬系统燃烧效率	%									
火炬燃烧排放2：非正常工况下火炬系统排放 ¹⁰⁾											
参数1	非正常工况火炬气流速度	10 ⁴ Nm ³ /h									

⁸⁾ 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

⁹⁾ 如果存在多支火炬，需要为每一支火炬重复填写本表格。

¹⁰⁾ 如果报告年度内出现多次非正常工况火炬燃烧，需要对每次非正常工况火炬燃烧重复填写本表格。

参数2	非正常工况持续时间	h									
参数3	火炬气中除二氧化碳外其它含碳化合物的总含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³									
参数4	火炬气中二氧化碳的体积百分比浓度	%									
参数5	火炬气中甲烷的体积百分比浓度	%									
参数6	火炬系统燃烧效率	%									

D-3 过程排放活动数据和排放因子的确定方式											
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹¹	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备及型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
			选取以下获取方式： ■ 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ■ 缺省值（如是，请填写具体数值）； ■ 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ■ 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）。								
过程排放1：钻杆测试作业过程排放 ¹²											

¹¹11) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

¹²12) 如果报告年度内存在多个油气井进行钻杆测试作业，需要为每个油气井重复填写本表格。

参数1	钻杆测试过程的最小气体流量	Nm ³ /h									
参数2	钻杆测试过程的最大气体流量	Nm ³ /h									
参数3	甲烷体积百分比浓度	%									
参数4	初开井时间	h									
参数5	测试过程中的开井流动时间	h									
参数6	甲烷体积百分比浓度	%									
过程排放2：水力压裂作业过程排放 ¹³											
参数1	刚开始启用三相分离器时的气体流量	Nm ³ /h									
参数2	直接返排到开放池的累计时间	h									
参数3	流量计监测到的累计返排的气体流量	Nm ³									
参数4	返排过程中作为天然气回收的气体流量	Nm ³									
参数5	返排气体的甲烷体积百分比浓度	%									
过程排放3：试油/试气作业过程排放 ¹⁴											
参数1	无阻放空流量	Nm ³ /h									
参数2	无阻放空作业时数	h									
参数3	甲烷体积百分比浓度	%									
过程排放4：采油/采气作业过程排放											
参数1	排水口气体排放的	Nm ³ / h									

¹³13) 如果报告年度内存在多个油气井进行水力压裂作业，需要为每个油气井重复填写本表格。

¹⁴14) 如果报告年度内存在多个油气井进行了试气作业，需要为每个油气井重复填写本表格

	平均流速										
参数2	采油/采气作业累计时间	h									
参数3	排出气体的甲烷体积百分比浓度	%									
过程排放5：燃气压缩机/增压机气动启动器放空排放											
参数1	压缩机/增压机型号	-									
参数2	累计启动次数	次									
参数3	平均启动时间	分钟									
参数4	天然气消耗速率	Nm ³ /分钟									
参数5	甲烷体积百分比浓度	%									
参数6	乏气进行回收或销毁的比例	%									
过程排放6：化学注剂泵天然气驱动放空排放											
参数1	化学注剂泵编号	-									
参数2	报告年度消耗的天然气量	Nm ³									
参数3	泵入的药剂量	m ³									
参数4	天然气消耗速率	Nm ³ /分钟									
参数5	甲烷体积百分比浓度	%									
参数6	乏气进行回收或销毁的比例	%									
过程排放7：其他气动装置天然气驱动放空											
参数1	气动装置类型	-									
参数2	气动装置个数	个									
参数3	平均运行小时数	h									
参数4	天然气消耗速率	Nm ³ /h									
参数5	甲烷体积百分比浓度	%									

过程排放8：甘醇脱水器再生过程排放 ¹⁵											
参数1	经甘醇脱水器处理的气体量	10 ⁴ Nm ³									
参数2	工艺放空甲烷排放因子	Nm ³ CH ₄ /10 ⁴ Nm ³									
过程排放9：设备或管线泄压放空排放											
参数1	泄压设备或管线的容积空间	10 ⁴ Nm ³									
参数2	甲烷体积百分比浓度	%									
参数3	泄压前的绝对压力	Kpa									
参数4	泄压前的温度	°C									
参数5	泄压后的绝对压力	Kpa									
参数6	泄压后的温度	°C									
过程排放10：拱顶罐呼吸阀排放											
参数1	拱顶罐作业时间	h									
参数2	呼吸阀排放的气体流量	Nm ³ / h									
参数3	排出气体的甲烷体积百分比浓度	%									
过程排放11：工业废水处理甲烷排放											
参数1	处理系统接纳的废水量	m ³									
参数2	进水口的化学需氧量浓度	kg COD/m ³									
参数4	出水口的化学需氧量浓度	kg COD/m ³									
参数5	以污泥形式清除掉的COD量	kg COD									
参数6	甲烷最大生产能力	kg CH ₄ /kg COD									
参数7	甲烷修正因子	-									
参数8	废水处理系统回收	t CH ₄									

¹⁵15) 对油气集输和油气处理环节，需分别复制填写本表格。

	的甲烷量											
过程排放12：天然气酸性气体脱除过程二氧化碳排放 ¹⁶												
参数1	进入脱碳设备的气体体积	10 ⁴ Nm ³										
参数2	入口处二氧化碳体积百分比浓度	%										
参数3	流出脱碳设备的气体体积	10 ⁴ Nm ³										
参数4	出口处二氧化碳体积百分比浓度	%										

D-4 甲烷逸散排放活动数据和排放因子的确定方式												
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹⁷	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门	
				监测设备及型号	监测设备 安装位置	监测 频次	监测 设备 精度	规定的 监测 设备 校准 频次				
			选取以下获取方式： ■ 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ■ 缺省值（如是，请填写具体数值）； ■ 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ■ 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）。									
参数1	阀门数量	个										
参数2	阀门平均年运行小时数	h										
参数3	阀门气体逸散排放	Nm ³ /h/个										

¹⁶16) 如果存在多台酸性气体脱除设备，需要一一列明并重复填写本表格。

¹⁷17) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

	因子										
参数4	法兰数量	个									
参数5	法兰平均年运行小时数	h									
参数6	法兰气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数7	其他连接件数量	个									
参数8	其他连接件平均年运行小时数	h									
参数9	其他连接件气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数10	开口管线或开口阀数量	个									
参数11	开口管线或开口阀平均年运行小时数	h									
参数12	开口管线或开口阀气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数13	取样连接系统数量	个									
参数14	取样连接系统平均年运行小时数	h									
参数15	取样连接系统气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数16	泄压设备数量	个									
参数17	泄压设备平均年运行小时数	h									
参数18	泄压设备气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数19	泵数量	个									
参数20	泵平均年运行小时数	h									
参数21	泵气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数22	压缩机/增压机数量	个									
参数23	压缩机/增压机平均	h									

	年运行小时数										
参数24	压缩机/增压机气体逸散排放因子	Nm ³ /h/个									
参数25	泄漏气源甲烷体积百分比浓度	%									

D-5 甲烷回收利用量											
参数1	回收甲烷体积	10 ⁴ Nm ³									
参数2	甲烷气体的纯度	%									

D-6 购入和输出的电力、热力活动数据和排放因子的确定方式										
过程参数	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹⁸	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
			监测设备及型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
		选取以下获取方式： ■ 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ■ 缺省值（如是，请填写具体数值）； ■ 相关方结算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ■ 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述）。								
购入电量	MWh									
购入电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
输出电量	MWh									

¹⁸18) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

输出电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
购入热量	GJ									
购入热力排放因子	tCO ₂ /GJ									
输出热量	GJ									
输出热力排放因子	tCO ₂ /GJ									

参 考 文 献

- [1] API,2009. Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry.
- [2] Clearstone Engineering Ltd, 2014. Technical Report Volume 3: UOG Emissions Inventory Methodology Manual, prepared for Environmental Canada.
- [3] Clearstone Engineering Ltd, 2014. Technical Report UOG Emissions Inventory Volume 4: Compendium of Factors and Terminology, prepared for Environmental Canada.
- [4] Commonwealth of Australia (Department of Climate Change and Energy Efficiency), 2012. Technical Guidelines for the Estimation of Greenhouse Gas Emissions by Facilities in Australia.
- [5] IPIECA/API/OGP, 2011. Petroleum industry guidelines for reporting greenhouse gas emissions, second edition.
- [6] United States Environmental Protection Agency, 2009. Mandatory Greenhouse Gas Reporting: Subpart W—Petroleum and Natural Gas Systems
- [7] United States Environmental Protection Agency. Background Technical Support Document – Greenhouse Gas Emissions Reporting from the Petroleum and Natural Gas Industry.
- [8] ISO 14064-1:2006 组织层面温室气体排放与清除的量化与报告
- [9] 国家发展改革委办公厅. 省级温室气体清单编制指南（试行）
- [10] 国家发展改革委应对气候变化司. 中国2008年温室气体清单研究，中国计划出版社
- [11] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴2013，中国统计出版社
- [12] 联合国清洁发展机制执行委员会(CDM-Executive Board). 确定气流中某种温室气体质量流量的工具 (Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream)
- [13] 石化行业VOCs污染源排查工作指南（环办【2015】104号）
- [14] 石化企业泄漏检测与修复工作指南（环办【2015】104号）
- [15] 世界企业永续发展委员会(World Business Council for Sustainable Development), 世界资源研究所(World Resources Institute). 温室气体议定书—企业核算与报告准则（2015年修订版）
- [16] 政府间气候变化专门委员会(IPCC). IPCC第四次评估报告第一工作组，气候变化2007:物理学基础
- [17] 政府间气候变化专门委员会（IPCC）. IPCC国家温室气体清单指南（2006）
- [18] 《中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》