

石油石化企业温室气体清单编制简析

谢娜 李英芹 张芳 王淑梅

(中国石油安全环保技术研究院)

摘 要 文章通过简要阐述石油石化企业温室气体清单的编制全过程,确定石油石化企业温室气体排放种类、识别主要温室气体排放源、列举重点生产过程中温室气体排放量的核算方法,为石油石化企业实现温室气体减排和控制工作、为完成国务院规定的到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放强度比2005年下降40%~45%的约束性指标,奠定数据理论基础。

关键词 石油石化企业 温室气体 种类 排放来源 核算方法 清单编制

0 引言

气候变化,特别是全球变暖是人类生存和发展所面临的严峻挑战,是当今国际社会普遍关注的重大全球性问题。全球变暖导致地球气候系统的异常变化,包括极端异常天气频繁发生、海平面上升、冰川融化等,对地球环境、自然资源(特别是水资源)、物种繁衍、食物生产和人类自身的安全产生深远而重大的影响。全球变暖的主要原因是大气中温室气体浓度在工业化革命以来急剧持续增加。IPCC(政府间气候变化专门委员会)第四次气候变化评估报告表明,全球变暖现象有90%的可能是由于人类活动排放的温室气体形成的增温效应所导致。减少人为温室气体排放、保护人类赖以生存的地球已成为各国政府和广大民众的当务之急。

近些年,随着我国经济的飞速发展,我国的温室气体排放也在不断增加。为减少和控制温室气体排放,减缓和适应气候变化,作为负责任的发展中大国,2009年11月25日温家宝总理主持召开的国务院常务会议决定,到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放强度比2005年下降40%~45%,并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,同时制定相应的统计、监测和考核办法。

在我国的温室气体排放中,能源活动的温室气体排放约占总排放的80%,其中尤以石油石化企业为主,是温室气体的重要排放源之一。因此,确定石油石化企业温室气体种类、排放源和排放量,编制石油石化企业温室气体清单,是石油石化企业响应国家号召、挖掘减排潜力、制定减排措施、控制温室气体排放

的重要手段。

1 石油石化企业主要温室气体种类的确定

温室气体,简称GHG,是指大气中自然或人为产生的气体成分,它们能够吸收和释放地球表面、大气和云发出的热红外辐射光谱内特定波长(主要是长波)的辐射。温室气体中最主要的成分是水蒸气,但因其不受人类活动的影响,因此在1997年《联合国气候变化框架公约》缔约方第三次大会通过的《京都议定书》中,明确规定人类排放的温室气体主要有六种,分别是二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFC_s)、全氟化碳(PFC_s)和六氟化硫(SF₆)。

在六种主要温室气体中,氢氟碳化物(HFC_s)作为替代消耗臭氧层物质氟利昂(CFC_s)的气体,主要应用于制冷空调系统;全氟化碳(PFC_s)具有防油脂性和防水性,主要应用于食品包装材料;六氟化硫(SF₆)具有较强的绝缘性和绝热性,主要应用于电力绝缘设备和铝镁金属冶炼行业。在石油石化企业中,上述三种温室气体排放较少,可忽略不计。因此,石油石化企业排放温室气体主要有二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)。

2 石油石化企业温室气体清单的编制步骤

石油石化企业的产业链复杂冗长,主要由石油天然气勘探、钻井、采油、集输、炼制、化工、储运、销售等作业环节构成,在每个作业环节中都可能产生温室气体排放。在编制石油石化企业温室气体清单时,应首

先确定石油石化企业的温室气体统计边界,其次识别温室气体排放种类和排放源,再通过活动水平数据收集,运用现场监测、物料衡算和排放系数法核算排放量,经过数据审核和校验,最终形成企业所需的温室气体清单。石油石化企业温室气体清单具体编制步骤见图 1。

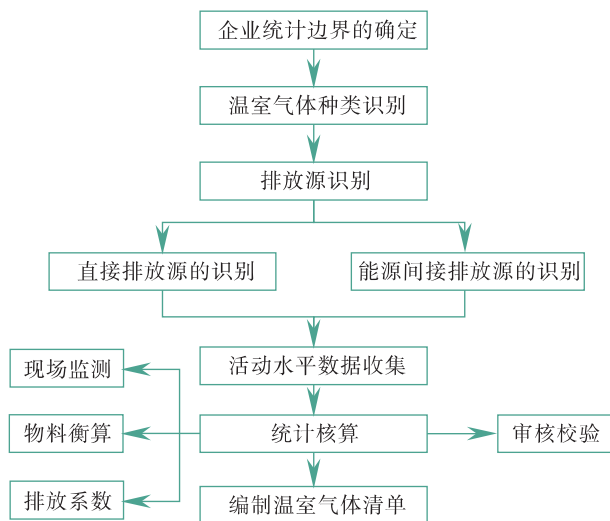


图 1 石油石化企业温室气体清单编制步骤

图 1 中:企业的统计边界指企业正常生产运营状况下、事故或开停工等非正常状态下温室气体直接排放和能源间接排放涉及的所有生产业务和作业环节。

直接排放源指石油石化企业拥有或控制的温室气体排放源,包括有组织排放源和无组织排放源,固定排放源(包括工业源、生活源)和移动排放源。

能源间接排放源指石油石化企业消耗外部电力、蒸汽时,由其他企业生产电力和蒸汽而形成的温室气体排放源。

活动水平数据指企业生产运营过程中核算温室气体排放量的相关基础数据。

温室气体清单指详细记录温室气体源统计核算的数据表单。

3 石油石化企业主要温室气体排放源的识别

按照温室气体排放国际惯例,结合石油石化企业温室气体排放特点,石油石化企业主要温室气体排放源由两部分组成,分别是直接排放源和能源间接排放源。其中:直接排放源包括燃料燃烧排放源、生产工艺过程排放源(包括生产维护过程排放源,如生产设施检维修、开/停车等)、废弃物处理/处置排放源和逸散排放源;能源间接排放源包括输入/输出电力间接排放源和输入/输出蒸汽间接排放源。

3.1 直接排放源

3.1.1 燃料燃烧排放源

石油石化企业燃料燃烧排放源主要由加热和制冷过程燃料燃烧排放源、电力生产过程燃料燃烧排放源和交通运输过程燃料燃烧排放源三部分组成,排放的温室气体主要是二氧化碳。

3.1.2 生产工艺过程排放源

石油石化企业过程排放源视生产和工艺过程不同排放温室气体的种类不同。针对石油企业,最主要的过程排放源是火炬的放空,包括热放空(即放空焚烧)和冷放空(即直接排放),其中热放空排放的温室气体主要是二氧化碳,冷放空排放的温室气体是甲烷;针对石化企业,最主要的过程排放源是火炬的放空焚烧、催化剂的烧焦、制氢工艺排放、合成氨及化肥的生产过程排放等,排放的温室气体主要是二氧化碳。

有些石化企业的生产链较长,可能还涉及到一些特殊的化工生产工艺过程,比如硝酸、己二酸、己内酰胺和己二醛的生产过程,排放的温室气体是氧化亚氮;丙烯腈和聚丙烯酰胺的生产过程、甲醇的生产过程、环氧乙烷的生产过程等,排放的温室气体主要是二氧化碳。

3.1.3 废弃物处理/处置排放源

废弃物处理/处置排放源主要由废气处理排放源、废水处理排放源及固体废物处置排放源三部分构成。其中:废气处理排放源主要包括以石灰石、大理石和电石渣等固硫剂为主的脱硫设施运行过程排放源和废气焚烧排放源,排放的温室气体主要是二氧化碳;废水处理排放源最主要是指废水的无/厌氧降解过程排放源,排放的温室气体主要是甲烷;固体废物处置排放源包括废液焚烧过程排放源、固体废物焚烧过程排放源和固体废物填埋排放源三类。废液焚烧和固体废物焚烧过程排放源,排放的温室气体主要为二氧化碳;固体废物填埋排放源,排放的温室气体主要为甲烷。

3.1.4 逸散排放源

逸散排放源指无组织排放源,主要包括石油和天然气开采过程(包括井下作业)逸散排放源、加工处理过程逸散排放源、集输过程逸散排放源、储运过程逸散排放源,排放的温室气体主要为甲烷。

3.2 能源间接排放源

能源间接排放源包括输入/输出电力间接排放源和输入/输出蒸汽间接排放源,排放的温室气体主要

为二氧化碳。

4 石油石化企业温室气体主要的核算方法

石油石化企业温室气体排放量的核算基本方法有三种,即现场实测法、物料衡算法和排放系数法(经验计算法)。在三种核算方法中,优先选择现场实测法,若实测条件不具备,可采用物料衡算法或排放系数法。石油石化企业可根据本单位实际情况选用适合的核算方法。

针对石油石化企业生产和运营特点,给出几种普遍且重要的生产过程中温室气体排放量的核算方法,具体如下。

4.1 燃料燃烧过程温室气体核算方法

石油石化企业的燃料品种繁多,既包括煤、石油、天然气等用于固定燃烧设备的常规生产燃料,也包括车用汽油、车用柴油等用于交通运输工具的移动设备燃料及炼化企业生产过程中产生的炼厂干气、焦炭等二次能源燃料。不同的燃料燃烧发热值各异,排放的二氧化碳也不尽相同。石油石化企业燃料燃烧过程温室气体核算方法现阶段主要采用排放系数法,核算公式:

$$P = \sum [A_i \times EF_i] \quad (1)$$

式中: P ——石油石化企业各种燃料燃烧产生的二氧化碳排放量;

A_i ——活动水平数据,即某种燃料 i 的消耗量;
 EF_i ——某种燃料 i 燃烧产生二氧化碳的排放系数。

4.2 催化剂烧焦过程温室气体核算方法

石油石化企业生产工艺过程中,要使用各种催化剂。某些工艺过程(如催化裂化、催化重整、各类加氢工艺)的催化剂会出现结焦,需要对催化剂进行烧焦以保持催化剂活性和工艺运转。催化剂烧焦过程温室气体核算方法现阶段主要采用物料衡算法,核算公式:

$$P = \sum A_i \times C_i \times 44/12 \quad (2)$$

式中: P ——石油石化企业各套催化装置烧焦产生的二氧化碳排放量;

A_i ——活动水平数据,即某套催化装置 i 的烧焦量;
 C_i ——某套催化装置 i 燃烧焦炭中的碳百分含量,%;
44/12——二氧化碳转化系数。

4.3 脱硫设施废气处理过程温室气体核算方法

石油石化企业中,以石灰石、大理石和电石渣

等固硫剂为主的脱硫设施废气处理过程主要产生二氧化碳,其原理是固硫剂吸收烟气中的二氧化硫时置换出二氧化碳,吸收二氧化硫的量大致等于由此产生的二氧化碳排放量。脱硫设施废气处理过程温室气体核算方法现阶段主要采用物料衡算法,核算公式:

$$P = \sum (A_i \times S_i \times \eta_i) \times 44/32 \quad (3)$$

式中: P ——石油石化企业各套脱硫设施产生的二氧化碳排放量;

A_i ——活动水平数据,即某套脱硫设施 i 的燃煤量;

S_i ——某套脱硫设施 i 燃煤中的含硫率,%;

η_i ——某套脱硫设施 i 的脱硫效率,%;

44/32——二氧化碳转化系数。

4.4 储罐呼吸逸散过程温室气体核算方法

石油石化企业中,用于贮存油品的储罐存在呼吸逸散损失,即由于装卸、输转油料致使储罐排除油蒸气和吸入空气所导致的损失(通常称为大呼吸)及日常由于温度、压力等变化致使储罐排除油蒸气和吸入空气所导致的损失(通常称为小呼吸)。储罐呼吸逸散过程主要排放的温室气体是甲烷,其核算方法现阶段主要采用物料衡算法,核算公式:

$$P = \sum (A_i \times H_i) \quad (4)$$

式中: P ——石油石化企业全部储罐呼吸逸散的甲烷排放量;

A_i ——活动水平数据,即某个储罐 i 所储油品逸散损失量;

H_i ——某储罐 i 所储油品中的甲烷含量,%;

4.5 输入/输出电力温室气体核算方法

石油石化企业在消耗外部电力时,会产生能源间接温室气体排放,是由其他企业在生产电力过程中形成的排放。输入/输出电力间接排放二氧化碳量主要采用排放系数法估算,估算公式为:

$$G_{CO_2} = (EC_{\text{输入}} - EC_{\text{输出}}) \cdot EF_{\text{grid, OM, y}} \quad (5)$$

式中: G_{CO_2} ——输入/输出电力二氧化碳间接排放量;

$EC_{\text{输入}}$ ——活动水平数据,即从国家电网中购入的电量;

$EC_{\text{输出}}$ ——活动水平数据,即本企业并入国家电网的电量;

$EF_{\text{grid, OM, y}}$ ——电网给定的二氧化碳排放因子,由国家发改委应对气候变化司定期公布。

(下转第10页)

