

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

DB

浙江省杭州市地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

低碳生态农场碳排放核算与评价规范

Standards for carbon emission accounting and evaluation of ecological
low-carbon farms

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

杭州市市场监督管理局 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由杭州市农业农村局提出并归口。

本文件起草单位：杭州市农业技术推广中心，浙江大学，中国计量大学

本文件主要起草人：孙涛、郭水荣、尉吉乾、王京文、吴良欢、马闪闪、黄越、商小兰、姜铭北、姚志昊、贺希格都楞、韩科峰、程琪、陈翔、徐著、楼玲、赵海莹、孟鹏翔、张海娟、胡康赢、朱诚。

低碳生态农场碳排放核算与评价规范

1 范围

本文件规定了低碳生态农场碳排放核算的术语与定义、核算原则与流程、核算边界与范围、核算步骤与方法、核算质量保证、核算报告与评价等内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 32151 温室气体排放核算与报告要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低碳生态农场 **ecological low-carbon farm**

规模大于30亩，符合国家“碳达峰、碳中和”行动方向和精神要求，遵循“低能耗、高效率、低碳化”的原则，通过整体规划布局 and 合理建设，采用一系列低碳农业生产技术，最大程度减少能源消耗和污染物排放，实现农业综合效益，同时达到资源匹配、环境友好、食品安全的农场。

3.2

温室气体 **greenhouse gases**

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、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注：本标准所指温室气体为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。

[GB/T 32150-2015, 定义3.1]

3.3

全球增温潜势 **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度影响相关联的系数。

[GB/T 32150-2015, 定义3.15]

3.4

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

在辐射强度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]

3.5

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企业独立核算单位。

[GB/T 32150-2015, 定义3.2]

3.6

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]

3.7

碳排放总量 total carbon emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以二氧化碳当量计量）。

3.8

过程排放 process emission

在农业生产过程中,由种植施肥、动物胃肠道发酵、粪便管理和水产养殖施肥产生的温室气体排放,以及土壤有机碳库储量的变化。

3.9

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[GB/T 32150-2015, 定义3.7]

3.10

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业（组织）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、热水等。

[GB/T 32150-2015, 定义3.9]

3.11

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

企业（组织）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]

3.12

活动数据 activity data

导致温室气体排放的农业生产输入与输出活动量的表征值。

3.13

沼气回收 biogas reusing

农业企业（组织）利用农业废弃物进行厌氧发酵生成沼气，外供第三方利用。

注：企业自用沼气部分的减排已经在燃料燃烧利用排放或电力使用排放核算中得到体现。

3.14

碳排放强度 carbon emission intensity

农业企业（组织）单位产量排放的温室气体二氧化碳当量。

4 核算流程与原则**4.1 核算原则**

核算宜遵循如下原则：

- （1）相关性。选择适合核算和评价温室气体排放的数据源和方法。
- （2）完整性。包括相关的温室气体排放和存储。
- （3）一致性。能够对有关温室气体信息进行有意义的比较。
- （4）准确性。减少偏见和不确定性。

4.2 核算流程

农业碳排放核算流程分5个步骤，文字见图1：

- （1）确定温室气体排放核算边界。
- （2）温室气体排放核算，具体包括：
 - a) 识别温室气体；
 - b) 选择核算方法；
 - c) 选择与收集温室气体活动数据；
 - d) 选择或测算排放因子；
 - e) 核算温室气体排放量与碳排放强度；
- （3）数据质量保证。
- （4）温室气体排放核算报告。
- （5）温室气体排放评价。

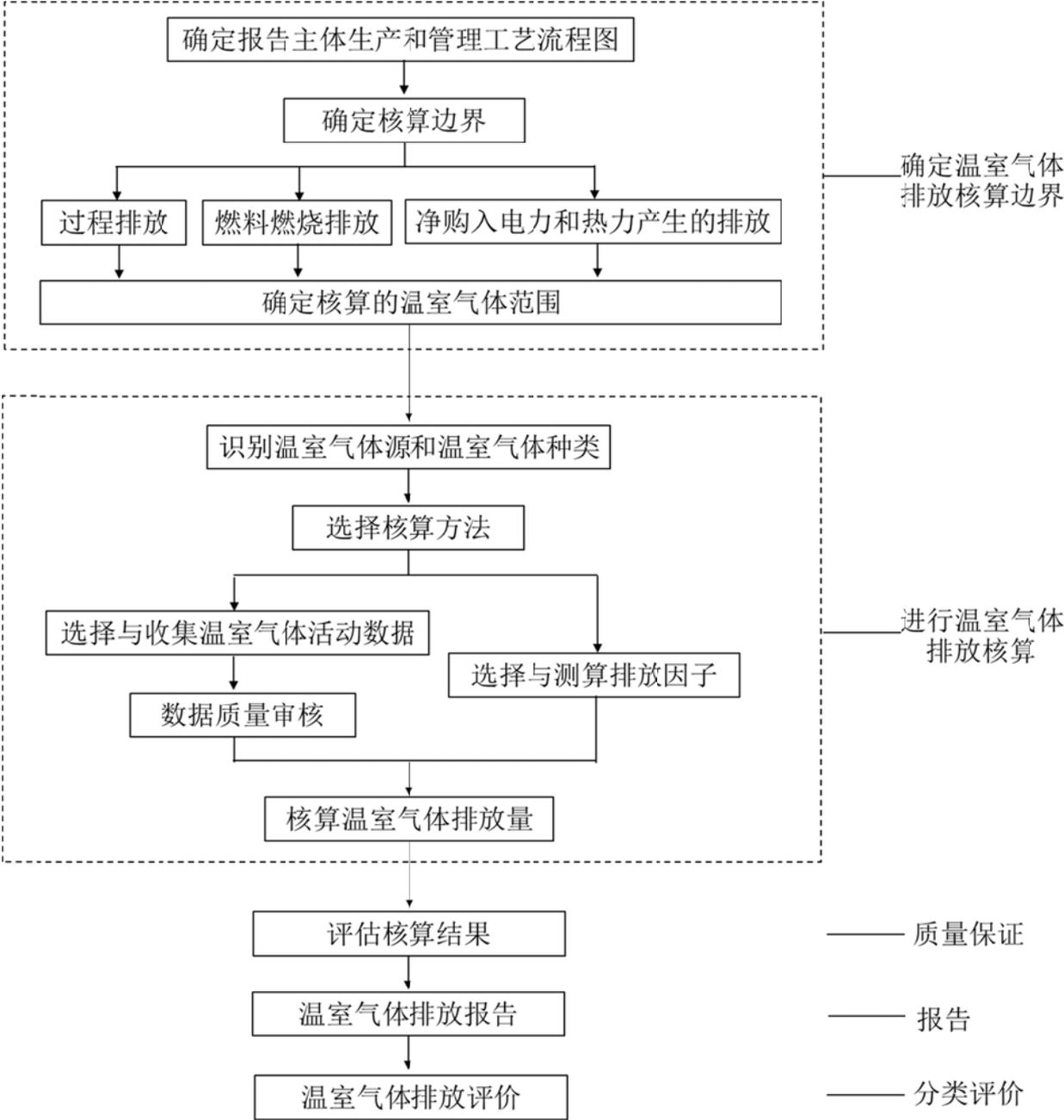


图1 低碳生态农场碳排放核算的工作流程图

5 核算边界与范围

5.1 核算边界

核算边界的确定宜参考其生产和管理工艺流程图。核算边界应包括：过程排放、燃料燃烧排放、购入与输出的电力、热力产生的排放。

核算的温室气体范围应包括：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）。报告主体应根据实际排放情况确定温室气体种类。

5.2 核算范围

5.2.1 种植企业核算范围

种植企业（组织）的过程排放主要包括稻田甲烷排放、土壤施用和生产肥料（包括化肥和有机肥）产生的氧化亚氮排放、施用和生产尿素产生的二氧化碳排放、有机废弃物（如秸秆还田）处置过程产生的氧化亚氮排放以及土壤碳库变化。

种植生产过程中消耗的燃料和电力只核算种植企业场内消费部分，场区外农产品加工和运输的能源和电力消耗不包括在内。

农业有机废弃物厌氧发酵生产沼气、电力，利用太阳能和风力等设施发电，向外输出并被第三方利用，可抵扣报告主体相应的温室气体排放量。

5.2.2 畜禽养殖企业核算范围

养殖企业的过程排放主要包括胃肠道甲烷排放、粪便管理甲烷和氧化亚氮排放。

生产过程中消耗的燃料和电力只核算企业场内消费部分，场区外畜产品加工和运输的能源和电力消耗不包括在内。

动物粪便管理甲烷和氧化亚氮排放只包括动物粪便在养殖场内贮存和处理过程中产生的甲烷和氧化亚氮，不包括粪便施入农田后的甲烷和氧化亚氮排放。

养殖产生的有机废弃物厌氧发酵生产沼气、电力，利用太阳能和风力等设施发电，向外输出并被第三方利用，可抵扣报告主体相应的温室气体排放量。

5.2.3 水产养殖企业核算范围

水产养殖企业的过程排放主要包括池塘施肥输入的肥料产生的氧化亚氮排放。

生产过程中消耗的燃料和电力只核算企业场内消费部分，场区外水产加工和运输的能源和电力消耗不包括在内。

6 核算步骤与方法

6.1 识别温室气体排放源及种类

在所确定的核算边界范围内，按表 1 对各类温室气体源进行识别。

表 1 温室气体源与温室气体种类示意表（不限于）

核算边界	温室气体源类型		排放源举例	
			排放源	温室气体种类
过程排放	种植	生产过程排放	稻田	CH ₄
			化肥氮、有机肥（堆肥、沼肥、绿肥、商品有机肥等）氮	N ₂ O、CH ₄
		废弃物处置过程排放	秸秆还田	N ₂ O、CH ₄

		土壤碳库	农田土壤	CO ₂ (固碳/释放碳)
	畜禽养殖	生产过程排放	胃肠道	CH ₄
		粪污处置过程	粪便	N ₂ O、CH ₄
	水产养殖	生产过程排放	池塘施肥	N ₂ O
燃料燃烧排放	移动燃烧源		生产过程中用到的机械设备	CO ₂
	固定燃烧源		用于发电和供热的设备	CO ₂
购入的电力与热力产生的排放	由报告主体从系统外部购入的电力、热力		播种设备、收割设备、混合搅拌设备、废弃物处置设备、暖气等用电用热设备	CO ₂
输出的电力与热力产生的排放	由报告主体向系统外部输出的电力、热力		农业废弃物厌氧发酵、太阳能设施、风力设施等	CO ₂
厌氧发酵甲烷回收量	农业废弃物厌氧发酵过程甲烷回收量		农业废弃物厌氧发酵设施	CH ₄

6.2 选择与收集温室气体活动数据

报告主体应按照优先级由高到低的次序选择和收集数据，见表2。

表 2 温室气体活动水平数据收集优先级

数据类型	描述	优先级
原始数据	直接计量、监测获得的数据	高
二次数据	通过原始数据折算获得的数据，如：根据年度购买量及库存量的变化确定的数据；根据财务数据折算的数据等。	中
替代数据	来自相似过程或活动的数据。	低

6.3 选择温室气体排放因子

报告主体应对温室气体排放因子的来源作出说明。在获取温室气体排放因子时，应考虑如下因素：

- (1) 来源明确，有公信力；
- (2) 适用性；
- (3) 时效性。

温室气体排放因子获取优先级见表3。

表 3 温室气体排放因子获取优先级

数据类型	描述	优先级
排放因子实测值或测算值	通过农业企业内的直接测量等方法得到的排放因子或相关参数值。	高
排放因子参考值	来源于国家、省级、地级及其他权威机构等测算出的排放因子，或相关的数据库获取排放因子。	中
	采用 IPCC 国家温室气体清单指南、省级温室气体清单指南、碳排放交易试点	低

	城市温室气体排放核算指南、具有行业公信力的学术期刊上发表的温室气体默认排放因子。	
--	------------------------------------------	--

6.4 计算温室气体排放量

6.4.1 过程排放

根据主体生产特点，按照不同过程分别计算各过程产生的温室气体排放量，并以CO₂e为单位进行加总，见式（1）：

$$E_{\text{过程}} = \sum_i E_{\text{过程},i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ ——过程温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{过程},i}$ ——第*i*个过程产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

6.4.1.1 种植过程排放

①稻田甲烷排放估算如公式（2）所示

$$E_{\text{稻田-CH}_4} = \sum EF_{\text{CH}_4,i} \times A_i \times 10^{-3} \times GWP_{\text{CH}_4} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{\text{稻田-CH}_4}$ ——稻田甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

EF_{CH_4} ——稻田甲烷排放因子，单位为千克甲烷每公顷（kg CH₄/ha）；

i ——稻田类型，包括单季稻、双季早稻和双季晚稻；

A ——稻田种植面积（ha）；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

②施肥造成的N₂O排放估算如公式（3）所示

$$E_{\text{施肥-N}_2\text{O}} = (E_{\text{N}_2\text{O-直接}} + E_{\text{N}_2\text{O-间接}}) \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{\text{施肥-N}_2\text{O}}$ ——施用氮肥引起的温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$E_{\text{N}_2\text{O-直接}}$ ——施肥引起直接N₂O排放量，单位为吨氧化亚氮（tN₂O）；

$E_{\text{N}_2\text{O-间接}}$ ——施肥引起的间接N₂O排放量，单位为吨氧化亚氮（tN₂O）；

$GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ ——N₂O的全球增温潜势，取265。

施肥N₂O直接排放如公式（4）所示

$$E_{\text{N}_2\text{O-直接}} = (F_{\text{CN}} + F_{\text{ON}}) \times EF_1 \times \frac{44}{28} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{\text{N}_2\text{O-直接}}$ ——施肥引起直接N₂O排放量，单位为吨氧化亚氮（tN₂O）；

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮（tN）；

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥、秸秆还田等有机氮（纯养分的总施用量），

单位为吨氮 (tN)；

EF_1 ——氮肥 N_2O 直接排放系数，见附录A；

$\frac{44}{28}$ —— N_2O -N转化为 N_2O 系数。

施肥 N_2O 间接排放如公式 (5) 所示

$$E_{N_2O-间接} = E_{N_2O-挥发} + E_{N_2O-淋溶} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{N_2O-间接}$ ——施肥引起间接 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮 (t N_2O) (t N_2O)；

$E_{N_2O-挥发}$ ——施肥引起基于挥发氮导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮 (t N_2O)；

$E_{N_2O-淋溶}$ ——施肥引起基于淋溶/径流导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮 (t N_2O)。

基于挥发氮导致的 N_2O 排放如公式 (6) 所示

$$E_{N_2O-挥发} = [(F_{CN} \times 0.1) + (F_{ON} \times 0.2)] \times \frac{44}{28} \times EF_2 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_{N_2O-挥发}$ ——施肥引起基于 NH_3 和 NO_x 形式挥发氮导致的 N_2O 排放量，单位为吨氧化亚氮(t N_2O)；

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮 (tN)；

0.1 ——施用的无机氮肥中以 NH_3 和 NO_x 形式挥发的氮比例；

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥等有机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮 (tN)；

0.2 ——施用的有机氮肥中以 NH_3 和 NO_x 形式挥发的氮比例；

EF_2 ——基于挥发作用的 N_2O 排放因子，见附录A；

$\frac{44}{28}$ —— N_2O -N转化为 N_2O 系数。

基于淋溶/径流导致的 N_2O 排放如公式 (7) 所示

$$E_{N_2O-淋溶} = [(F_{CN} + F_{ON}) \times 0.3] \times \frac{44}{28} \times EF_3 \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{N_2O-淋溶}$ ——淋溶和径流产生的 N_2O 的量，单位为吨氧化亚氮 (t N_2O)；

F_{CN} ——核算面积及作物生长期无机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮 (tN)；

F_{ON} ——核算面积及作物生长期动物粪肥、堆肥等有机氮（纯养分）的总施用量，单位为吨氮 (tN)；

0.3 ——淋溶/径流发生地区管理土壤中通过溶淋和径流损失的氮占所有施入氮比例；

EF_3 ——基于淋溶/径流作用的 N_2O 排放因子，见附录A；

$\frac{44}{28}$ —— N_2O -N转化为 N_2O 系数。

③生产肥料造成的 CO_2 排放估算如公式 (8) 所示

$$E_{肥料-CO_2} = M_{有机肥} \times P_{有机肥} + M_{复合肥} \times P_{复合肥} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$E_{肥料-CO_2}$ ——生产肥料造成的 CO_2 排放总量，单位为吨二氧化碳当量 (t CO_2e)；

$M_{有机肥}$ ——有机肥使用量，单位为吨 (t)；

$P_{\text{有机肥}}$ ——有机肥生产企业二氧化碳排放强度，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），由生产企业提供；

$M_{\text{复合肥}}$ ——复合肥使用量，单位为吨（ t ）；

$P_{\text{复合肥}}$ ——复合肥生产企业二氧化碳排放强度，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），由生产企业提供；

④生产和施用尿素造成的 CO_2 排放估算如公式（9）所示

$$E_{\text{尿素-}\text{CO}_2} = M_{\text{尿素}} \times (P_{\text{尿素}} + EF_{\text{尿素}}) \dots \dots \dots (9)$$

式中：

$E_{\text{尿素-}\text{CO}_2}$ ——生产和使用尿素造成的 CO_2 排放总量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

$M_{\text{尿素}}$ ——尿素使用量，单位为吨（ t ）；

$P_{\text{尿素}}$ ——尿素生产企业二氧化碳排放强度，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），由生产企业提供；

$EF_{\text{尿素}}$ ——尿素二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（ tCO_2/t ），见附录A。

⑤土壤碳库变化计算如公式（10）（11）所示

$$\Delta E_{\text{土壤,}\text{CO}_2} = \frac{(SOC_T - SOC_0)}{T} \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (10)$$

式中：

$\Delta E_{\text{土壤,}\text{CO}_2}$ ——农田土壤中的年度碳库变化量，单位为吨二氧化碳每年（ tCO_2/a ）；

SOC_T ——核算期最后一年的土壤有机碳库，单位为吨碳（ tC ）；

SOC_0 ——核算期初初始年的土壤有机碳库，单位为吨碳（ tC ）；

T ——一个单独核算期的年数，单位为年（ a ）；

$\frac{44}{12}$ —— $\text{CO}_2\text{-C}$ 转化为 CO_2 系数。

$$SOC = D_{\text{soil}} \times H_{\text{soil}} \times A \times C_{\text{SOC}} \times 0.1 \dots \dots \dots (11)$$

式中：

D_{soil} ——土壤容重，单位为克每立方厘米（ g/cm^3 ），根据实际测定获得；

H_{soil} ——耕层厚度，单位为厘米（ cm ），取30；

A ——土地面积，单位为公顷（ ha ）；

C_{SOC} ——土壤SOC含量，单位为克每千克（ g/kg ），根据实际测定获得。

6.4.1.2 畜禽养殖过程排放

①动物胃肠道发酵甲烷排放估算如公式（12）所示：

$$E_{\text{肠道-}\text{CH}_4} = \sum_i (EF_{\text{肠道-}\text{CH}_4,i} \times AP_i \times 10^{-3} \times GWP_{\text{CH}_4}) \dots \dots \dots (12)$$

式中：

$E_{\text{肠道-}\text{CH}_4}$ ——动物胃肠道发酵甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

$EF_{\text{肠道-}\text{CH}_4,i}$ ——第 i 种动物胃肠道发酵甲烷排放因子，单位为千克甲烷/头/年（ $\text{kg CH}_4/\text{头}/\text{a}$ ）；

AP_i ——第 i 种动物存栏数，单位为头或只（头/只）；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

奶牛、非奶牛、水牛、羊等反刍动物的肠道发酵甲烷排放因子应优先使用测定值。如无测定值，可通过以下公式计算获得，若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录B中的缺省值。

$$EF_{\text{肠道-CH}_4,i} = \frac{(GE_i \times Y_{m,i} \times 365)}{55.65} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

GE_i ——第*i*种动物每天通过饲料摄取的总能量，单位为兆焦每头每天（MJ/头/天）。 GE 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可通过动物饲料干物质摄入量乘以18.45计算获得；

$Y_{m,i}$ ——第*i*种动物甲烷转化率，即采食饲料中总能转化成甲烷能的比例，单位为百分比（%）。 Y_m 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可选用附录C的推荐值。

55.65 ——甲烷能转化因子，单位为兆焦每千克甲烷（MJ/kg CH₄）。

②动物粪便管理甲烷排放估算如公式（14）所示：

$$E_{\text{粪便-CH}_4} = \sum_i (EF_{\text{粪便-CH}_4,i} \times AP_i \times 10^{-3} \times GWP_{\text{CH}_4}) \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$E_{\text{粪便-CH}_4}$ ——动物粪便管理甲烷排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$EF_{\text{粪便-CH}_4,i}$ ——第*i*种动物粪便管理甲烷排放因子，单位为千克甲烷/头/年（kg CH₄/头/a）；

AP_i ——第*i*种动物存栏数，单位为头或只（头/只）；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

奶牛、非奶牛、水牛、羊、猪等动物的粪便管理甲烷排放因子应优先使用测定值。如无测定值，可通过以下公式计算获得。若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录B中的缺省值。

$$EF_{\text{粪便-CH}_4,i} = (VS_i \times 365) \times \left[B_{0,i} \times 0.67 \times \sum_j MCF_j \times MS_{i,j} \right] \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$EF_{\text{粪便-CH}_4,i}$ ——第*i*种动物粪便管理甲烷排放因子，单位为千克甲烷（kg CH₄/头/年）；

VS_i ——第*i*种动物每日易挥发固体排泄量，单位为千克易挥发固体每头每天（kg VS/头/天）；

$B_{0,i}$ ——第*i*种动物的最大甲烷生产能力，单位为立方米甲烷每千克易挥发固体（m³ CH₄/kg VS），见附录F；

0.67 ——甲烷的质量体积密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

MCF_j ——粪便管理方式*j*的甲烷转化系数（%），见附录E；

$MS_{i,j}$ ——第*i*种动物在粪便管理方式*j*中所占比例（%），通过报告主体的管理记录确定。

$$VS = \left[GE \times \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \times GE) \right] \times \left[\left(\frac{1-ASH}{18.45} \right) \right] \dots\dots\dots (16)$$

式中：

VS ——动物每日易挥发固体排泄量，单位为千克每头每天（kg dmVS/头/天）；

GE ——动物每天总能摄入量，单位为兆焦每头每天（MJ/头/天）， GE 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可通过动物饲料干物质摄入量乘以18.45计算获得；

$DE\%$ ——动物摄入饲料的消化率，单位为百分比（%）。 $DE\%$ 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐牛的饲料消化率为70%，羊为65%，猪为80%；

UE ——尿能占总能的系数。 UE 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐牛羊的系数为0.04，猪为0.02；

ASH ——粪便中的灰分含量， ASH 的确定应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，推荐

牛羊粪便的灰分为0.08，猪粪便的灰分为0.04。

③动物粪便管理氧化亚氮排放估算如公式（17）所示：

$$E_{\text{粪便-N}_2\text{O}} = \sum_i (EF_{\text{粪便-N}_2\text{O},i} \times AP_i \times 10^{-3} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}}) \dots\dots\dots (17)$$

式中：

$E_{\text{粪便-N}_2\text{O}}$ ——动物粪便管理氧化亚氮排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

$EF_{\text{粪便-N}_2\text{O},i}$ ——特定种群粪便管理氧化亚氮排放因子（千克/头/年）；

AP_i ——第*i*种动物的数量头或只（头/只）。

$GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ ——N₂O的全球增温潜势，取265。

奶牛、肉牛、羊、猪、家禽等粪便管理氧化亚氮排放因子应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值可通过以下公式计算获得。若无测定值且不能通过计算获得，可选用附录B中的缺省值。

$$EF_{\text{粪便-N}_2\text{O},i} = Nex_i \times \frac{44}{28} \times (\sum_j MS_{i,j} \times EF_{i,j}) \dots\dots\dots (18)$$

式中：

Nex_i ——第*i*种动物的年均N排泄量（kgN/头/年），优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值，可参考附录F；

$MS_{i,j}$ ——第*i*种动物在粪便管理方式*j*中所占比例（%），通过报告主体的管理记录确定；

$EF_{i,j}$ ——第*j*种粪便管理方式下粪便氮中的氧化亚氮排放因子，单位为千克N₂O-N每千克氮（kg N₂O-N/kg N），见附录E；

$\frac{44}{28}$ ——N₂O-N转化为N₂O系数。

6.4.1.3 水产养殖过程排放

$$E_{AF} = \sum_i (AD_{W,i} \times EF_{W,i}) \dots\dots\dots (19)$$

式中：

E_{AF} ——池塘施肥导致的排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）；

$AD_{W,i}$ ——向池塘中加入物料*i*的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{W,i}$ ——物料*i*排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO_{2e}/t），参考值见附录G。

6.4.2 燃料燃烧排放

按照燃料种类分别计算各种燃烧产生的温室气体排放量，并以CO₂为单位进行加总，见式（20）：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_i (AD_{\text{燃料},i} \times EF_{\text{燃料},i}) \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$AD_{\text{燃料},i}$ ——核算和报告年度内第*i*种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{燃料},i}$ ——第*i*种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（tCO₂/GJ）；

i ——化石燃料的种类；

$$AD_{\text{燃料},i} = FU_{\text{燃料},i} \times NCV_{\text{燃料},i} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

$AD_{\text{燃料},i}$ ——第*i*种化石燃料的活动水平，单位为吉焦（GJ）；

$FU_{\text{燃料},i}$ ——第*i*种化石燃料的年消耗量，对固体或液体燃料以吨（t）为单位，对气体燃料以万立方米（ 10^4m^3 ）为单位；化石燃料消耗量数据统计以报告主体的能源台账或统计报表来确定。

NCV_i ——第*i*种化石燃料的低位发热值，对固体或液体燃料以吉焦每吨（GJ/t）为单位，对气体燃料以吉焦每万立方米（ $\text{GJ}/10^4\text{m}^3$ ）为单位；本指南给出了不同燃料的低位发热值缺省值，具体数值见附录H；

i ——化石燃料的种类。

$$EF_{\text{燃料},i} = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

$EF_{\text{燃料},i}$ ——第*i*种燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）；

CC_i ——第*i*种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦（ tC/GJ ），见附录H；

OF_i ——第*i*种燃料的碳氧化率，见附录H；

44/12 ——二氧化碳与碳的分子量之比；

i ——化石燃料的种类。

6.4.3 购入的电力、热力产生的排放

购入的电力、热力产生的 CO_2 排放通过报告主体购入的电力、热力量与排放因子的乘积获得，并以 CO_2e 为单位，见式（23）、式（24）：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (23)$$

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{热}} \dots\dots\dots (24)$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ ——购入的电力所产生的 CO_2 排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{购入电}}$ ——购入的电力量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电}}$ ——电力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ），见附录A；

$E_{\text{购入热}}$ ——购入的热力所产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{购入热}}$ ——购入的热力量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热}}$ ——热力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ），取0.11。

6.4.4 输出的电力、热力产生的排放

输出的电力、热力产生的 CO_2 排放通过报告主体输出的电力、热力量与排放因子的乘积获得，见式（25）、式（26）：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电}} \dots\dots\dots (25)$$

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{热}} \dots\dots\dots (26)$$

式中：

$E_{\text{输出电}}$ ——输出的电力所产生的 CO_2 排放，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

- $AD_{\text{输出电}}$ ——输出的电力量，单位为兆瓦时（MWh）；
 $EF_{\text{电}}$ ——电力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh），见附录A；
 $E_{\text{输出热}}$ ——输出的热力产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $AD_{\text{输出入热}}$ ——输出的热力量，单位为吉焦（GJ）；
 $EF_{\text{热}}$ ——热力生产排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ），取0.11。

6.4.5 沼气回收利用甲烷减排量计算

厌氧发酵产生的沼气自用或外供第三方利用纳入到粪便厌氧发酵后沼气回收利用甲烷减排量计算，具体按式（27）计算：

$$E_{\text{回收-CH}_4} = (R_{\text{自用-CH}_4} + R_{\text{外供-CH}_4}) \times GWP_{\text{CH}_4} \dots\dots\dots (27)$$

式中：

- $E_{\text{回收-CH}_4}$ ——农业废弃物厌氧发酵后沼气回收利用甲烷减排量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
 $R_{\text{自用-CH}_4}$ ——报告主体回收沼气自用的CH₄量，单位为吨甲烷（tCH₄）；
 $R_{\text{外供-CH}_4}$ ——报告主体回收沼气外供第三方的CH₄量，单位为吨甲烷（tCH₄）；
 GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势值，取28。

回收沼气自用 CH₄ 去除量按公式（28）计算：

$$R_{\text{自用-CH}_4} = \eta_{\text{自用}} \times Q_{\text{自用}} \times PUR_{\text{CH}_4} \times 6.7 \dots\dots\dots (28)$$

- $R_{\text{自用-CH}_4}$ ——报告主体回收沼气自用的CH₄量，单位为吨甲烷（tCH₄）；
 $\eta_{\text{自用}}$ ——设备的气体转化效率（%），用作燃料燃烧时，取缺省值 99%；
 $Q_{\text{自用}}$ ——报告主体自用的沼气气体体积，单位为（10⁴Nm³）；
 PUR_{CH_4} ——沼气中甲烷气体的含量；
6.7 ——CH₄气体在标准状况下的密度（t/10⁴Nm³）。

回收沼气外供 CH₄ 去除量按公式（29）计算：

$$R_{\text{外供-CH}_4} = Q_{\text{外供}} \times PUR_{\text{CH}_4} \times 6.7 \dots\dots\dots (29)$$

- $R_{\text{外供-CH}_4}$ ——报告主体回收沼气外供第三方的CH₄量，单位为吨甲烷（tCH₄）；
 $Q_{\text{外供}}$ ——报告主体外供第三方的沼气气体体积，单位为（10⁴Nm³）；
 PUR_{CH_4} ——沼气中甲烷气体的含量；
6.7 ——CH₄气体在标准状况下的密度（t/10⁴Nm³）。

6.4.6 核算碳排放总量

碳排放计算公式见式（30）：

$$E = E_{\text{过程}} + E_{\text{燃烧}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} - E_{\text{回收-CH}_4} \dots\dots\dots (30)$$

式中：

- E ——温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $E_{\text{过程}}$ ——过程温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

- $E_{\text{燃烧}}$ ——燃料燃烧产生的温室气体排放量总和，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{购入电}}$ ——购入的电力所产生的CO₂排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{购入热}}$ ——购入的热力所产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{输出电}}$ ——输出的电力所产生的CO₂排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{输出热}}$ ——输出的热力产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{回收-CH}_4}$ ——废弃物厌氧发酵生成沼气外供第三方利用量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

6.5 计算碳排放强度

6.5.1 种植业碳排放强度

$$P_{\text{种植}} = \frac{E_{\text{种植}}}{C_{\text{种植}}} \dots\dots\dots (31)$$

式中：

- $P_{\text{种植}}$ ——种植业碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t）；
- $E_{\text{种植}}$ ——核算主体温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $C_{\text{种植}}$ ——核算主体农产品产量，单位为吨（t）。

6.5.2 养殖业碳排放强度

$$P_{\text{养殖}} = \frac{E_{\text{养殖}}}{C_{\text{养殖}}} \dots\dots\dots (32)$$

式中：

- $P_{\text{养殖}}$ ——养殖业碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t）；
- $E_{\text{养殖}}$ ——核算主体温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $C_{\text{养殖}}$ ——核算主体养殖动物产出量，单位为吨（t）。

7 质量保证

7.1 数据质量

7.1.1 数据特性

数据应具有如下特性：

- (1) 技术代表性：数据应反映生产中实际使用的技术程度；
- (2) 地区代表性：数据应反映系统边界内生产活动发生的实际地理位置的程度，例如，核算对象所在区域经纬度；
- (3) 时间代表性：数据应反映实际生产时间或使用年限程度；
- (4) 完整性：数据应包括生产中与温室气体排放相关的所有过程，且各过程尽可能获取完整数据，并在最大程度上代表实际生产情况；
- (5) 可靠性：用于获取数据的数据源，数据搜集方法和核算程序的可依赖程度。数据应确保真实、准确。

7.1.2 数据选择

数据选择应遵循如下优先原则：

- (1) 针对具体核算产品的数据年份和收集数据最短时间期限的时间数据优先；
- (2) 针对所在地理区域具有地区代表性的产品的具体数据优先；
- (3) 针对产品的具体某项技术或一套混合技术的具体技术数据优先；
- (4) 对核算结果有显著影响的过程原始数据优先；
- (5) 具有减排潜力且减排可由产品生产执行或影响的过程数据优先。

7.2 核算质量

- (1) 碳排放核算数据应包括相关农业企业（组织）系统边界范围内温室气体排放所有数据。
- (2) 数据应以文件形式记录并保存，保存时间应为五年或产品预期寿命中的最长时间。
- (3) 报告主体应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，包括负责部门和人员、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) 建立温室气体排放源一览表，对于不同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) 建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间及相关责任人等信息的记录管理；
 - d) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度，确保数据真实、准确、可靠，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。

8 核算报告与评价

8.1 核算报告

8.1.1 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括企业名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

8.1.2 温室气体排放量与排放强度

报告主体应报告在核算和报告期内温室气体排放总量，并分别报告过程排放、购入的电力和热力产生的排放、输出的电力和热力产生的排放、粪便厌氧发酵甲烷回收量。

8.1.3 活动水平数据及来源

报告主体应报告的活动数据包括但不限于：

- (1) 不同品种燃料的消耗量，过程排放的相关数据，购入的电力量和热力量以及输出电力和热力量等；
 - (2) 种植品种与面积、种植管理模式、肥料施用量、产量等；
 - (3) 饲养各动物数量与规模，水产施肥种类和数量等
- 并记录上述数据的来源。

8.1.4 排放因子数据及来源

报告主体应报告在核算期内本企业所涉及的各种农作物排放因子的选择及其依据，动物排放因子的

选择及其依据，各种能源消耗的排放因子选择，如果是计算获得的排放因子，应报告排放因子的计算过程以及各种参数取值情况和依据，并说明这些数据的来源。

8.2 排放评价

8.2.1 比较评价

报告主体根据企业当前和历史碳排放数据，分析企业排放趋势和特征，评价企业碳排放强度上升或下降程度，并根据最大排放源，制定减排计划与措施。

8.2.2 分类评价

根据报告主体生产特点分类（种植型、养殖型、种养结合型）按碳排放强度进行分类评价，采用不同的颜色标识。具体如下：

- （1）深绿。指碳排放强度低，排名在前20%以上的报告主体。
 - （2）浅绿。指碳排放强度较低，排名在前20%-60%之间的报告主体。
 - （3）黄色。指碳排放强度一般，排名在60%-95%之间的报告主体。
 - （4）红色。指碳排放强度较高，排名在后5%之间的报告主体。
-

附 录 A
(资料性)
能源和种植过程温室气体排放因子

排放源		排放因子	单位	数据来源
能源 CO ₂ 排放	电力	根据电网变动	t CO ₂ /MWh	省级电网
	燃煤	2.52	kg CO ₂ /kg	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011
	汽油	2.5455	kg CO ₂ /kg	
	柴油	2.5207	kg CO ₂ /kg	
农田 N ₂ O 排放	直接排放	0.0109	kg N ₂ O-N/kgN	IPCC
	氮挥发间接排放	0.01	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N+挥发 NO _x -N)	
	淋溶/径流间接排放	0.0075	kg N ₂ O-N/(kg 淋溶/径流 N)	
稻田 CH ₄ 排放	单季稻	215.5	kg CH ₄ e/ha	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011
	双季早稻	211.4	kg CH ₄ e/ha	
	双季晚稻	224	kg CH ₄ e/ha	
稻田 CO ₂ 排放	尿素	0.73	kg CO ₂ /kg	IPCC

说明：种植和养殖企业（组织）应列出能源消耗CO₂、农田CO₂和N₂O排放的数据。

附 录 B
(资料性)
畜禽养殖过程温室气体排放因子

过程		奶牛	非奶牛	水牛	绵羊	山羊	家禽	猪	马	驴/骡	单位	数据来源
肠道发酵 CH ₄ 排放	规模化饲养	88.1	52.9	70.5	8.2	8.9	—	1	18	10	kg/头/年	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011
	散养	89.3	67.9	87.7	8.7	9.4	—					
粪便管理 CH ₄ 排放		8.33	3.31	5.55	0.26	0.28	0.02	5.08	1.64	0.9		
粪便管理 N ₂ O 排放		2.065	0.846	0.875	0.113	0.113	0.007	0.175	0.330	0.188		

附 录 C
(资料性)
不同动物甲烷转化率 Y_m

种类	Y_m	单位	数据来源
奶牛、非奶牛、成年羊	6.5	%	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011; 北京市质量技术监督局.《畜牧产品温室气体排放核算指南》.DB 11/T 1565—2018
水牛	6.0		
饲料日粮精饲料 90%以上的育肥牛	4.0		
羔羊(小于1岁)	5.0		

附 录 D
(资料性)
不同动物粪便最大甲烷生产能力 (B_0)

动物类型	B_0		单位	数据来源
	规模化养殖	农户散养		
奶牛	0.24	0.13	m ³ CH ₄ /kg VS	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011
非奶牛	0.19	0.10		
水牛	0.10	0.10		
猪	0.45	0.29		
山羊	0.18	0.13		
绵羊	0.19	0.13		

附录 E

(资料性)

不同粪便管理方式甲烷转化系数 (MCF) 和粪便氮中的氧化亚氮排放因子

	氧化塘	液体贮存	固体贮存	放养	自然风干	舍内粪坑贮存	每日施肥	沼气池	堆肥和沤肥	其它	单位	数据来源
MCF	71.0	22.0	2.0	1.0	1.0	3.0	0.1	10.0	0.5	1.0	%	北京市质量技术监督局.《畜牧产品温室气体排放核算指南》. DB 11/T 1565—2018
排放因子	0	0.005	0.02	0.02	0.02	0.002	0	0	0.01	0.005	kg N ₂ O-N / kg N	

附录 F
(资料性)
不同动物氮排泄量*Nex*

动物类型	<i>Nex</i>	单位	数据来源
奶牛	60	kg N/头/年	国家发展改革委.《省级温室气体清单编制指南(试行)》.2011
非奶牛	40		
家禽	0.6		
猪	16		
羊	12		
其它	40		

附 录 G
(资料性)
池塘施肥排放因子

化肥种类	排放因子	单位	数据来源
尿素	3.33	t CO ₂ e/t	Food and Agriculture Organization of the United Nations. Greenhouse gas emissions from aquaculture.2017
尿素硝铵	2.90		
无水氨	5.22		
硝酸铵	4.01		
硝酸铵钙	2.85		
干硫酸铵	1.09		
重过磷酸钙	0.27		
过磷酸钙	0.04		
氯化钾	0.55		
硫酸钾	0.16		
磷酸一铵	0.78		
磷酸二铵	1.22		
硝基复合肥	1.85		
尿基复合肥	1.33		
氮钾复合肥	3.08		
磷钾复合肥	0.82		
有机肥	0		

附录 H

(资料性)

常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热值 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ m ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	t	26.70	27.4×10 ⁻³	0.94
	烟煤	t	19.57	26.1×10 ⁻³	0.93
	褐煤	t	11.90	28.0×10 ⁻³	0.96
	型煤	t	17.46	33.6×10 ⁻³	0.90
液体燃料	汽油	t	43.07	18.9×10 ⁻³	0.98
	柴油	t	42.65	20.2×10 ⁻³	0.98
气体燃料	天然气	10 ⁴ m ³	389.31	15.3×10 ⁻³	0.99
	其他煤气	10 ⁴ m ³	52.27	12.2×10 ⁻³	0.99

参 考 文 献

- [1] 国家发展改革委.省级温室气体清单编制指南（试行），2011.05
- [2] 国家发展改革委.2005中国温室气体清单研究，2014.01
- [3] 政府间气候变化专门委员会.国家温室气体清单指南，2006
- [4] 北京市质量技术监督局.《畜牧产品温室气体排放核算指南》.DB 11/T 1565—2018
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Greenhouse gas emissions from aquaculture. 2017