

内蒙古自治区地方标准

DB15/T 3775—2024

鄂尔多斯细羊毛碳足迹评价指南

Guidelines for carbon footprint assessment of Ordos fine wool

2024-12-18 发布

2025-01-18 实施

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由内蒙古自治区纤维标准化技术委员会（SAM/TC 16）提出并归口。

本文件起草单位：内蒙古自治区纤维质量监测中心、国家毛绒质量检验检测中心、内蒙古自治区农牧业科学院、乌审旗农牧技术推广中心、成都亿科环境有限公司。

本文件主要起草人：戴玲杰、李晓梅、姚苗苗、雷娜、张春华、邹俊、额尔德尼布拉格、麦丽斯、王亚鹏、张帅、徐曼、武日娜、何巧玲。

引 言

碳足迹是对所评价产品生命周期碳排放和消除进行分析与报告的指南，规范了产品碳足迹分析方法，对碳足迹报告的规范性、准确性和可比性提出了要求。主要包括：

- 确定本文件的评价方法及要求适用的产品种类；
- 确定产品碳足迹评价步骤及要求，包括功能单位、系统边界的确定、数据收集、计算所应遵守的规则等；
- 确定此类产品碳足迹评价报告所应遵守的格式。

依据本文件的评价方法及要求做出的碳足迹评价报告包含了特定生产者所生产产品在选定生命周期内的等效二氧化碳排放信息，既可以为生产者持续改进产品的低碳绩效提供数据支持，也可以为消费者选择低碳产品提供可比的碳排放信息。

鄂尔多斯细羊毛碳足迹评价指南

1 范围

本文件规定了鄂尔多斯细羊毛碳足迹评价的基本规则和要求，包括产品术语和定义、产品种类定义和描述、目标与范围定义、数据收集与处理、支持碳足迹报告的要素。

本文件适用于鄂尔多斯细羊毛碳足迹研究，其结果可作为不同应用的依据，可用于指导III型环境声明的开发。

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 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 石油产品热值测定法
- GB 1523 绵羊毛
- GB/T 6435 饲料中水分的测定
- GB/T 11891 水质 凯氏氮的测定
- 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 32760 反刍动物甲烷排放量的测定 六氟化硫示踪 气相色谱法
- NY/T 525 有机肥料

3 术语和定义

GB 1523、GB/T 24025、GB/T 24040、GB/T 24044界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产品种类 product category

具有同等功能的产品组群。

3.2

产品碳足迹 arbon footprint of products (CFP)

特定产品在其整个生命周期内各种温室气体(Greenhouse Gas)排放。温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化合物(HFC)、全氟化合物(PFC)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)等。

3.3

产品系统 product system

拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

3.4

鄂尔多斯细羊毛 Ordos fine wool

父本是新疆细毛羊、波尔华斯及澳洲美利奴细毛羊，母本为鄂尔多斯当地的蒙古羊产的同质毛纤维。

3.5

系统边界 system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

3.6

能量流 energy flow

单元过程或产品系统中以能量单位计量的输入或输出。

3.7

中间流 intermediate flow

介于所研究的产品系统的单元过程之间的产品、物质和能量流，本质是连接两个人类活动。

3.8

二氧化碳当量 carbon dioxide (CO₂) equivalent

在辐射强度上与某种GHG质量相当的二氧化碳量。

3.9

数据质量评估 data quality assessment

基于技术代表性、地理代表性、时间相关代表性和精度的数据集质量标准的半定量评估。数据质量应被视为记录在案的数据集的质量。

4 产品种类定义和描述

4.1 产品种类定义

本文件规定的产品种类对应中华人民共和国国家统计局《统计用产品分类目录》中“0303050101”部分的细羊毛。

4.2 产品描述

产品描述应使用户能够明确的识别产品，包括：

- a) 产品名称（产品种类）；
- b) 产品参数（平均长度、直径、洗净率、净毛率、颜色等）；
- c) 产品等级；

- d) 生产者名称和地址;
 - e) 养殖技术和规模;
 - f) 其他信息 (产品示意图、产品满足相关质量标准的证明文件、产品所获得的其他标志等)。
- 产品描述信息应按表1填写。

表1 产品描述信息

产品描述种类	具体信息
厂商名称	制造商
产品名称	名称
产品参数	洗净率、净毛率、颜色等
包装	材质、重量 (kg)
其他	产品简单示意图 产品主要技术参数 产品满足相关质量标准的证明文件 产品所获取的其他标志等

5 目标与范围定义

5.1 目标产品

本节应根据第4章内容规定适用的产品种类和规则范围。

5.2 声明单位/功能单位

5.2.1 声明单位

本文件规定声明单位为1 kg平均长度L、直径D、洗净率Y、净毛率J的鄂尔多斯细羊毛。

注: L指羊毛长度, 单位cm; D是指羊毛直径, 单位为μm; Y是指羊毛洗净率, 单位为%; J是指羊毛净毛率, 单位为%。

例如, 1 kg均长度11 cm、平均直径16 μm、洗净率62.10%、净毛率59.30%的细羊毛。

5.2.2 功能单位

为了对比不同细羊毛产品碳足迹结果, 本文件规定功能单位为生产1 kg净毛率60%的细羊毛, 折合系数后细羊毛产品碳足迹按照公式 (1) 计算。

注: 鼓励生产更细和更长的羊毛, 根据内蒙古羊毛每年检测平均结果来调整, 平均长度11 cm、细度20 μm。长度修正系数=L/平均长度, 细度修正系数=D/平均直径。

$$CF_{wool_SC} = \left(\frac{L}{L_{avg}} \times 0.2 + \frac{D}{D_{avg}} \times 0.8 \right) \times \frac{P}{P_{avg}} \times CF_{wool} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CF_{wool_SC} ——折合系数后的细羊毛碳足迹;

L ——养殖场细羊毛平均长度, 单位为厘米 (cm) ;

L_{avg} ——内蒙古细羊毛平均长度, 单位为厘米 (cm) , 推荐值11 cm, 可根据每年检测平均结果调整;

D ——养殖场细羊毛平均直径, 单位为微米 (μm) ;

D_{avg} ——内蒙古细羊毛平均直径, 单位为微米 (μm) , 推荐值20 μm, 可根据每年检测结果平均值调整;

P ——养殖场细羊毛平均洗净率, 单位为百分比 (%), 按GB 1523要求测试;

P_{wool} ——内蒙古细羊毛平均洗净率，单位为百分比（%），推荐值60%，可根据每年检测平均结果调整；

CF_{wool} ——细羊毛碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千克(kg CO₂e/kg)。

5.3 系统边界

本文件界定的鄂尔多斯细羊毛生命周期系统边界（如图1所示）涉及饲草饲料生产等上游阶段和绵羊养殖等核心阶段，系统边界类型为从摇篮到大门。上游阶段主要包括饲草生产、饲料生产、药剂生产、能源生产、饲草饲料运输等过程。核心阶段主要包括配种、妊娠、产羔、泌乳、空怀构成的养殖系统，主要现场排放源包括土壤管理、燃料燃烧、粪便管理、肠道发酵等过程。

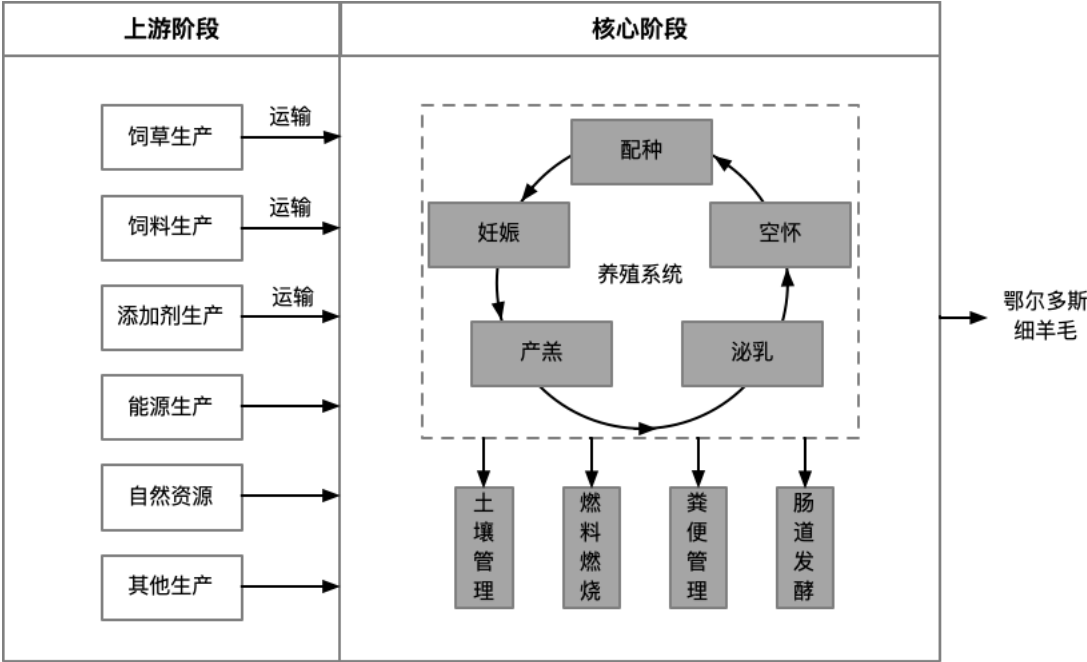


图1 鄂尔多斯细羊毛生命周期系统边界图

5.4 取舍规则

本文件确定的取舍规则如下：

- a) 饲草饲料的所有输入均列出，小于总物质重量的 1%且数据不可得的物质流可忽略，但总忽略物质重量不能超过总物质重量的 2%；
- b) 电力的所有输入均列出，小于总能量的 1%且数据不可得的能量流可忽略，但总忽略能量不能超过总能量的 2%；
- c) 原则上所有温室气体现场排放均列出，但忽略的燃料可不考虑燃烧排放；
- d) 与饲草饲料相关的所有运输所产生的排放均列出，其他辅料运输所产生的排放可忽略；
- e) 小于固体废弃物排放总量 1%的一般性固体废弃物可忽略；
- f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；
- g) 总忽略物质流和能量流对产品碳足迹的影响不能超过 5%；
- h) 所有忽略的物质和能量流应单独说明，并说明对产品碳足迹结果影响程度。

6 数据收集与处理

6.1 现场调研与数据收集

6.1.1 养殖场基本信息

需要收集的养殖场基本信息包括养殖场名称、养殖场地址、牧场面积、绵羊品种、绵羊数量、羊群数量、全年圈养时间、羊群更换率、养殖周期、采毛方式、粪便管理方式、第一次产羔年龄、产羔率、断奶月龄、羊毛和活体销售时间等，参照附录A中表A.1填写。羊群信息参照附录A中表A.2填写。

6.1.2 输入数据

6.1.2.1 原辅料

原辅料主要包含饲料、饲草和添加剂。饲料包括养殖过程投入的玉米、豆粕、麦麸、玉米青贮、玉米秸秆、代乳粉、羔羊精饲料等；饲草包括苜蓿、干草等。参照附录A中表A.3填写；添加剂主要包括碳酸氢钙、碳酸氢钠、食盐等饲料添加剂，参照附录A中表A.4填写。

6.1.2.2 能源

养殖过程中主要使用电力、柴油、汽油等能源，参照附录A中表A.5填写。

6.1.2.3 水资源

养殖过程使用的地下水和自来水的量，对于地下水可能没有总量统计数据，可采用抽水机抽水量或绵羊饮水量估算。参照附录A中表A.6填写。

6.1.2.4 运输

主要包括饲草饲料和细羊毛的运输距离、运输方式、燃料类型、载重等信息，参照附录A中表A.7填写。

6.1.3 输出数据

6.1.3.1 产品

养殖过程输出产品主要包括原毛、外售活体羊、外售粪肥等，参照附录A中表A.8和A.9填写。

6.1.3.2 固废

养殖过程产生的待处置固废主要是需要进一步处理的粪便废弃物、死去的羊，参照附录A中表A.10。

6.1.3.3 环境排放

与温室气体相关的现场排放主要包括化石燃料燃烧二氧化碳排放、细毛羊养殖肠道发酵甲烷排放、细毛羊养殖粪便管理甲烷排放、细毛羊养殖粪便管理氧化亚氮直接和间接排放、管理土壤氧化亚氮直接排放。排放量按照6.2章节要求获得。

6.2 现场排放数据计算方法

6.2.1 现场排放源

现场排放源按表2对鄂尔多斯细羊毛的养殖过程中各类温室气体排放源进行识别。

表2 温室气体排放源与温室气体种类示意表

排放类型	排放源	排放方式	温室气体种类	是否纳入核算	计算方法
化石燃料燃烧	固定源、移动源	燃烧排放	二氧化碳	是	公式（2）
肠道发酵	肠道	反刍排放	甲烷	是	公式（5）
粪便管理	粪便、尿液	厌氧排放	甲烷	是	公式（18）
	粪便、尿液	厌氧直接排放	氧化亚氮	是	公式（21）
	粪便、尿液	厌氧间接排放	氧化亚氮	是	公式（21）
土壤管理	粪便、尿液	厌氧直接排放	氧化亚氮	是	公式（23）
	粪便、尿液	厌氧间接排放	氧化亚氮	否	\

6.2.2 化石燃料燃烧二氧化碳排放

6.2.2.1 计算

化石燃料燃烧二氧化碳排放量按公式（2）计算。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量的数值，单位为千克二氧化碳（kg CO₂）；
 n ——养殖场使用的化石燃料种类总数；
 i ——化石燃料类型；
 AD_i ——第*i*种化石燃料活动数据的数值，单位为吉焦（GJ）；
 EF_i ——第*i*种化石燃料的二氧化碳排放因子的数值，单位为吨二氧化碳每吉焦（t CO₂/GJ）。

6.2.2.2 活动数据获取

6.2.2.2.1 化石燃料的活动数据

化石燃料的活动数据按公式(3)计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

AD_i ——第*i*种化石燃料活动数据的数值，单位为吉焦(GJ)；
 i ——化石燃料类型；
 NCV_i ——第*i*种化石燃料平均低位发热量的数值，对固体和液体化石燃料，单位为吉焦每吨(GJ/t)；
对气体化石燃料，单位为吉焦每万标立方米（GJ/10⁴Nm³）；
 FC_i ——第*i*种化石燃料实际消耗量的数值，对固体和液体化石燃料，单位为吨（t）；对气体化石燃料，单位为万标立方米（10⁴Nm³）。

6.2.2.2.2 化石燃料实际消耗量

化石燃料的消耗量应根据养殖场能源消耗台账或统计报表确定。燃料消耗量测量仪器应符合 GB 17167 的相关规定。

6.2.2.2.3 平均低位发热量

燃料平均低位发热量的测定应委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如采用实测，化石燃料低位发热量检测应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关要求；对于没有条件实测的养殖场，可参照附录 B 中表 B.1 的推荐值。

6.2.2.3 排放因子确定

化石燃料燃烧的 CO₂ 排放因子按公式（4）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

EF_i ——第*i*种化石燃料二氧化碳排放因子的数值，单位为吨二氧化碳每吉焦（t CO₂/GJ）；

i ——化石燃料类型；

CC_i ——第*i*种化石燃料的单位热量含碳量的数值，单位为吨碳每吉焦（t C/GJ），见附录B中的表 B.1；

OF_i ——第*i*种化石燃料的碳氧化率的数值，单位为百分号（%），见附录B中的表B.1。

6.2.3 鄂尔多斯细毛羊肠道发酵甲烷排放

6.2.3.1 计算

鄂尔多斯细毛羊肠道发酵甲烷排放量按公式（5）计算。

$$E_{CH_4_肠道} = \sum_{j=1}^n (EF_{CH_4_肠道,j} \times AP_j) \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{CH_4_肠道}$ ——鄂尔多斯细毛羊肠道发酵产生的甲烷排放量的数值，单位为千克二氧化碳当量（kg CO₂e）；

n ——羊别种类总数；

j ——鄂尔多斯细毛羊羊别，包括成年公羊、成年母羊、羯羊、育成公羊、育成母羊、羔羊；

$EF_{CH_4_肠道,j}$ ——第*j*种羊别肠道发酵甲烷排放因子的数值，单位为千克甲烷每年每只 [kg CH₄/(年·只)]，各羊别应分别计算各种羊别的排放因子；

AP_j ——第*j*种羊别在核算年度内的活动数据，单位为年·只；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球变暖潜势，按照2021年IPCC第六次报告第七章中给出的系数取值，见附录B中的表B.2。在相关机构公布最新数据后，应采用最新的公布数据。

6.2.3.2 活动数据获取

鄂尔多斯细毛羊肠道发酵甲烷排放活动数据应是细毛羊养殖场在核算年度内细毛羊的年平均存栏数。核算周期按一年 365 d 计算，平均存栏数应根据细毛羊养殖场的养殖量台账或统计报表来确定，养殖量台账或统计报表应与上报上级主管部门的一致。

对于存栏时间小于一年的细毛羊，其年平均存栏量按公式（6）计算。

$$AP_j = NA_j \times \frac{DA_j}{365} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

AP_j ——第j种养别在核算年度内的活动数据，单位为年只；

j ——鄂尔多斯细毛羊羊别，羊别包括成年公羊、成年母羊、羯羊、育成公羊、育成母羊、小羊；

NA_j ——第j种羊别一年总的出栏数，单位为只；

DA_j ——第j种羊别生长天数，单位为天；

365——核算周期按一年365 d计算。

6.2.3.3 排放因子确定

6.2.3.3.1 直接测定法

鄂尔多斯细毛羊肠道发酵甲烷排放因子应按照GB/T 32760规定的方法或其他方法直接测定获取排放因子。

6.2.3.3.2 参数计算法

优先选择参数计数法，核算周期按一年365 d计算，鄂尔多斯细毛羊肠道发酵甲烷排放因子按公式（7）计算。

$$EF_{CH_4_肠道,j} = \frac{(GE_j \times \frac{Y_m}{100} \times 365)}{55.56} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$EF_{CH_4_肠道,j}$ ——第j种羊别肠道发酵甲烷排放因子的数值，单位为千克甲烷每年每只 $[kg \text{ CH}_4/(\text{年} \cdot \text{只})]$ ；

GE_j ——第j种羊别每天摄取的总能量的数值，单位为兆焦每天每只 $[MJ/(\text{d} \cdot \text{只})]$ ；

Y_m ——鄂尔多斯细毛羊甲烷转化因子的数值，即采食饲料种总能转化成甲烷能的比例，单位为百分号（%），应优先使用养殖场自身的测定值。如无测定值，可选用附录B中表B.3中推荐值；

55.56 ——甲烷的能值，单位为兆焦每千克甲烷 $(MJ/kg \text{ CH}_4)$ 。

其中细毛羊摄入总能量（GE）的确定应优先使用养殖场自身的测定值。如无测定值，可根据干物质摄入量（DMI）按公式（8）计算。

$$GE_j = DMI_j \times 18.45 \dots\dots\dots (8)$$

式中：

DMI_j ——第j种羊别每天摄入饲料的干物质量的数值，单位为千克每天每只 $[kg/(\text{天} \cdot \text{只})]$ ；

j ——鄂尔多斯细毛羊羊别；

18.45 ——饲料干物质与总能的转化系数推荐值，单位为兆焦每千克 (MJ/kg) 。

养殖场饲料干物质摄入量应根据养殖场的饲料使用台账和统计报表记录各阶段细毛羊的平均日采食量，按照 GB/T 6435 规定的方法测定饲料的含水量，计算获得干物质摄入量。

对于没有条件实测干物质摄入量（DMI）的养殖场，细毛羊摄入总能量可根据公式（9）计算得到。

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g + NE_{羊毛}}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right] \dots\dots\dots (9)$$

式中：

GE ——总能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 NE_m ——细毛羊维持需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 NE_a ——细毛羊活动需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 NE_l ——细毛羊泌乳需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 NE_p ——细毛羊妊娠需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 REM ——日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例；
 NE_g ——细毛羊生长需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 $NE_{羊毛}$ ——细毛羊产毛需要的净能，单位为兆焦每天每只[MJ/（d·只）]；
 REG ——日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例；
 $DE\%$ ——可消化能占总能的百分比，应优先使用养殖场自身的测量值。如无测定值，可选择附录B中推荐值表B.4中推荐值。

其中维持净能（ NE_m ）按公式（10）计算。

$$NE_m = Cf_i \times (W)^{0.75} \dots\dots\dots (20)$$

式中：

Cf_i ——随各种细毛羊种类变化的系数，见附录B中表B.5，单位为兆焦每天每只每千克[MJ/（d·只·kg）]；
 W ——细毛羊的活体重，单位千克（kg）。
活动净能（ NE_a ）按公式（11）计算。

$$NE_a = C_a \times W \dots\dots\dots (11)$$

式中：

C_a ——与细毛羊饲养方式对应的系数，见附录B中表B.6，单位为兆焦每天每只每千克[MJ/（d·只·kg）]；
 W ——细毛羊的活体重，单位千克（kg）。
产羔母羊泌乳净能（ NE_l ）按公式（12）计算。

$$NE_l = \left[\frac{(5 \times WG_{断奶})}{365} \right] \times EV_{羊奶} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

5——当产奶量未知时，英国农业和食品研究委员会调查显示单胎母羊的产奶量是羔羊增重的5倍。
对于多胎母羊，年产奶总量可以根据所有单胎羔羊增重总和的5倍进行估算；
 $WG_{断奶}$ ——羊羔从出生到断奶期间的增重，单位为千克每只（kg/只）；
 $EV_{羊奶}$ ——生产1千克羊奶所需的能量值，MJ/kg。可用缺省值4.6 MJ/kg（AFRC，1993年）。

注：羔羊断奶将持续几周，通常以牧草饲喂或人工饲喂辅助奶料。假设到断奶时羔羊获得的能量一半来源于乳汁。
妊娠净能（ NE_p ）按公式（13）计算。

$$NE_p = C_{\text{妊娠}} \times NE_m \quad \text{..... (14)}$$

式中:

$C_{\text{妊娠}}$ ——妊娠系数, 取值参见附录B中表B. 7;

NE_m ——细毛羊维持需要的净能, 单位为兆焦每天每只 [MJ/ (d · 只)]。

产毛净能 (NE_{wool}) 按公式 (14) 计算。

$$NE_{\text{wool}} = \left(\frac{EV_{\text{wool}} \times W_{\text{wool}}}{365} \right) \quad \text{..... (15)}$$

式中:

EV_{wool} ——产1 kg细羊毛所需的能量值, MJ/kg。可用缺省值4.6 MJ/kg (AFRC, 1993年);

W_{wool} ——每只鄂尔多斯细毛羊的年均产毛量 (晾干后清洗前称重), 单位千克每年每只 [kg/ (年 · 只)]。

生长净能 (NE_g) 按公式 (15) 计算。

$$NE_g = \frac{WG_{\text{sheep}} \times (a + 0.5b(BW_i + BW_f))}{365} \quad \text{..... (16)}$$

式中:

WG_{sheep} ——鄂尔多斯细毛羊增重 ($BW_i - BW_f$), kg/ (年 · 只);

a, b ——两个经验常数, 随细毛羊种类/类别变化, 取值参见附录B中表B. 8;

BW_i ——断奶时的活体重, 单位为千克 (kg);

BW_f ——1岁时的活体重, 或屠宰时的活体重 (如果一岁前被屠宰), 单位为千克 (kg)。

日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例 (REM) 可按公式 (16) 计算。

$$REM = \left[1.123 - (4.092 \times 10^{-3} \times DE\%) + [1.126 \times 10^{-5} \times (DE\%)^2] - \left(\frac{25.4}{DE\%} \right) \right] \quad \text{..... (17)}$$

式中:

REM ——日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例;

$DE\%$ ——可消化能占总能的百分比。

日粮中可供生长净能与消耗的可消化能比例 (REG) 可按公式 (17) 计算。

$$REG = \left[1.164 - (5.160 \times 10^{-3} \times DE\%) + [1.308 \times 10^{-5} \times (DE\%)^2] - \left(\frac{37.4}{DE\%} \right) \right] \quad \text{..... (18)}$$

式中:

REG ——日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例;

$DE\%$ ——可消化能占总能的百分比。

6.2.3.3 推荐值法

不同细毛羊肠道发酵甲烷排放的推荐排放因子见附录B中表B. 9。

6.2.4 细毛羊粪便管理甲烷排放

6.2.4.1 计算

细毛羊粪便管理甲烷排放量按公式 (18) 计算。

$$E_{CH_4\text{粪便}} = \sum_{j=1}^n (EF_{CH_4\text{粪便},j} \times AP_j) \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (98)$$

式中:

$E_{CH_4\text{粪便}}$ ——细毛羊粪便管理产生的甲烷排放量的数值, 单位为千克二氧化碳当量 (kg CO₂e);

n ——羊别种类总数;

j ——羊别种类, 包括成年公羊、成年母羊、羯羊、育成公羊、育成母羊、羔羊;

$EF_{CH_4\text{粪便},j}$ ——第 j 种羊别粪便管理甲烷排放因子的数值, 单位为千克甲烷每年每只 [kg CH₄/(年·只)];

AP_j ——第 j 种羊别在核算年度内的活动数据, 单位为年·只;

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球变暖潜势, 按照2021年IPCC第六次报告第七章中给出的系数取值, 见附录B中的表B. 2。在相关机构公布最新数据后, 应采用最新的公布数据。

6.2.4.2 活动数据获取

细毛羊活动数据按照 6.2.3.2 获取。细毛羊活动数据按年均存栏量计算, 饲养周期小于一年的细毛羊存栏量按公式 (6) 计算。

6.2.4.3 排放因子确定

6.2.4.3.1 参数计算法。优先选择参数计算法, 核算周期按一年 365 d 计算, 粪便管理甲烷排放因子按公式 (19) 计算。

$$EF_{CH_4\text{粪便},j} = (VS_j \times 365) \times [B_{0,j} \times 0.67 \times \sum_k (MCF_k \times MS_{j,k})] \dots\dots\dots (109)$$

式中:

$EF_{CH_4\text{粪便},j}$ ——第 j 种羊别的粪便管理甲烷排放因子的数值, 单位为千克甲烷每年每只 [kg CH₄/(年·只)];

VS_j ——第 j 种羊别每天排放粪便的挥发性固体量的数值, 单位为千克挥发性固体每天每只 [kgVS/(天·只)], 如果养殖场无法测定细毛羊粪便挥发性固体量, 取推荐值 0.32 kg/(d·只);

$B_{0,j}$ ——第 j 种羊别的粪便最大甲烷生产能力, 单位为立方米甲烷每千克挥发性固体 (m³ CH₄/kgVS), 取推荐值 0.13 m³ CH₄/kg VS;

0.67 ——甲烷气体在 20 °C、1 个大气压下的密度, 单位为千克甲烷每标立方米 (kg CH₄/Nm³);

MCF_k ——粪便管理方式 k 的甲烷转化系数, 单位为百分号 (%), 根据粪便管理方式和养殖场所在地年平均气温确定, 见附录B中表B. 10取推荐值;

$MS_{j,k}$ ——第 j 种羊别的粪便在第 k 种粪便管理方式所占比例, 单位为百分号 (%), 以养殖场的粪便管理台账或统计报表为据;

j ——羊别种类;

k ——粪便管理方式。

6.2.4.3.2 挥发性固体排泄量, 挥发性固体排泄量按公式 (20) 计算。

$$VS = \left[GE \times \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \times GE) \right] \times \left[\left(\frac{1-ASH}{18.45} \right) \right] \dots\dots\dots (110)$$

式中:

VS ——以干物质为基础的日挥发性固体排泄量(kg VS/日);

GE ——总能摄取, MJ/日;

$DE\%$ ——饲料中可消化量的百分比;

$(UE \cdot GE)$ ——表示为 GE 的尿中能量。一般认为多数反刍家畜排泄的尿中能量为0.04 GE (对于用谷物含量达到或超过85%的日粮饲喂的反刍家畜, 降为0.02 GE);

ASH ——粪便中的灰分含量, 计算为干物质采食量的比例。应优先使用报告主体自身的测定值。如无测定值, 本文件推荐鄂尔多斯细毛羊类便的灰分为0.08;

18.45 ——每千克干物质日粮总能的转化因子(MJ/kg)。通常细毛羊消耗的草料和谷物基础的饲料种类很广, 但此值相对稳定。

6.2.4.3.3 推荐值法, 不同区域、不同粪便管理的甲烷排放因子推荐值见附录 B 中表 B.11。(推荐值为100%圈养的值, 没有区分放牧和圈养的区别。)

6.2.5 细毛羊粪便管理氧化亚氮排放

6.2.5.1 计算

细毛羊养殖粪便管理氧化亚氮排放量按公式(21)计算。

$$E_{N_2O_粪便} = \sum_{j=1}^n \left[(EF_{N_2O_粪便, D, j} + EF_{N_2O_粪便, ID, j}) \times AP_j \right] \times GWP_{N_2O} \dots\dots\dots (212)$$

式中:

$E_{N_2O_粪便}$ ——细毛羊粪便管理产生的氧化亚氮排放量的数值, 单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e);

n ——羊别种类总数;

j ——羊别种类;

$EF_{N_2O_粪便, D, j}$ ——第 j 种羊别粪便管理氧化亚氮直接排放因子的数值, 单位为千克氧化亚氮每年每只[kg N₂O/(年·只)];

$EF_{N_2O_粪便, ID, j}$ ——第 j 种羊别粪便管理氧化亚氮间接排放因子的数值, 单位为千克氧化亚氮每年每只[kg N₂O/(年·只)];

AP_j ——第 j 种羊别的活动数据, 单位为只;

GWP_{N_2O} ——氧化亚氮的全球变暖潜势, 按照2021年IPCC第六次报告第七章中给出的系数取值, 见附录B中的表B.2。在相关机构公布最新数据后, 应采用最新的公布数据。

6.2.5.2 活动数据获取

细毛羊活动数据按照 6.2.3.2 获取。细毛羊活动数据按年均存栏量计算, 饲养周期小于一年的细毛羊存栏量按公式(6)计算。

6.2.5.3 排放因子确定

6.2.5.3.1 参数计算法

优先选择参数计算法。粪便管理氧化亚氮直接排放因子按公式(22)计算, 粪便管理氧化亚氮间接排放因子按公式(23)计算。细毛羊氮排泄量可以直接按照GB/T 11891和NY/T 525给出的方法测定尿液

和粪便中的氮含量，然后乘以相应产生量获得氮排泄量。如无测定值，可采用公式（24）计算获得。如无测定值且不能通过计算获得，可选用细毛羊推荐值12 kg N/（只·年）。

$$EF_{N_2O_粪便,D,j} = Nex_j \times \left(\sum_{k=1}^n EF_{直接,k} \times MS_{j,k} \right) \times \frac{44}{28} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

$EF_{N_2O_粪便,D,j}$ ——第j种羊别粪便管理氧化亚氮直接排放因子的数值，单位为千克氧化亚氮每年每只

[kg N₂O/（年·只）]；

Nex_j ——第j种羊别每年粪便中氮排泄量的数值，单位为千克氮每年只[kg N/（年·只）]；

j ——羊别种类；

n ——粪便管理类型总数；

k ——粪便管理类型；

$EF_{直接,k}$ ——第k种粪便管理方式的氧化亚氮-氮直接排放因子的数值，单位为千克氧化亚氮-氮每千克氮(kg N₂O-N/kg N)，见附录B中表B. 12取推荐值；

$MS_{j,k}$ ——第j种羊别的粪便在第k种粪便管理方式中所占比例，即粪便管理方式k排泄氮占总排泄氮的比例，单位为百分号(%)；

44/28 ——氧化亚氮与氮的转换系数，单位为千克氧化亚氮每千克氧化亚氮-氮(kg N₂O/kg N₂O-N)。

$$EF_{N_2O_粪便,ID,j} = Nex_j \times \sum_{k=1}^n [(0.01 \times Frac_{GasMS} + 0.0075 \times Frac_{LeachMS}) MS_{j,k}] \times \frac{44}{28} \dots\dots\dots (23)$$

式中：

$EF_{N_2O_粪便,ID,j}$ ——第j种羊别粪便管理氧化亚氮间接排放因子的数值，单位为千克氧化亚氮每年每

只[kg N₂O/（年·只）]；

Nex_j ——第j种羊别每年粪便中氮排泄量的数值，单位为千克氮每年只[kg N/（年·只）]；

j ——羊别种类；

n ——粪便管理类型总数；

k ——粪便管理类型；

0.01 ——粪便管理中氨挥发产生的氧化亚氮-氮间接排放因子的数值，单位为千克氧化亚氮-氮每千克氮(kg N₂O-N/kg N)；

$Frac_{GasMS}$ ——粪便管理中气体挥发造成氮损失的比例，单位为百分号(%)；

0.0075 ——粪便管理中淋溶径流产生的氧化亚氮-氮间接排放因子的数值，单位为千克氧化亚氮-氮每千克氮(kg N₂O-N/kg N)；

$Frac_{LeachMS}$ ——粪便管理中淋溶径流造成氮损失的比例，单位为百分号(%)；

$MS_{j,k}$ ——第j种羊别的粪便在第k种粪便管理方式中所占比例，即粪便管理方式k排泄氮占总排泄氮的比例，单位为百分号(%)；

44/28 ——氧化亚氮与氮的转换系数，单位为千克氧化亚氮每千克氧化亚氮-氮(kg N₂O/kg N₂O-N)。

$$Nex_j = N_{rate} \times \frac{W_j}{1000} \times 365 \dots\dots\dots (24)$$

式中：

N_{exj} ——第 j 种羊别的年氮排泄率, kg N/ (只·年);

N_{rate} ——缺省 N 排泄率, kg N/ (1000 kg 动物质量)/日, 可用缺省值 1.17 kg N/ (1000 kg 动物质量)/日;

W_j ——第 j 种羊别的细毛羊的体重, kg/只。

注1: 气体挥发造成氮损失比例的确认: 厚铺垫方式 (随着粪肥累积, 在整个生产循环中持续添加铺垫以吸收水分, 时间可能长达6个月至12个月) 取值为25%, 固体存方式 (粪便自由堆积或堆放储存数月) 取值为12%, 其他方式取20%。如果粪便管理采用了氨挥发防治措施, 要在本文件推荐数据基础上考虑氨挥发措施的去除效率。

注2: 溶径流造成氮损失比例的确认: 对于未硬化和防渗处理的运动场或粪便储存设施取值为10%~20%, 有防渗防雨设施的取值为1%~5%, 其他方式取值为5%~10%。

6.2.5.3.2 推荐值法

鄂尔多斯细毛羊粪便管理氧化亚氮直接排放因子推荐值见附录B中表B.13 (100%圈养的值)。

6.2.6 土壤管理氧化亚氮排放

6.2.6.1 计算

土壤管理氧化亚氮排放量按公式 (25) 计算。

$$E_{N_2O_{\text{土壤}}} = \sum_{j=1}^n (EF_{N_2O_{\text{土壤}}, D, j} \times AP_j) \times GWP_{N_2O} \dots\dots\dots (25)$$

式中:

$E_{N_2O_{\text{土壤}}}$ ——土壤管理产生的氧化亚氮排放量的数值, 单位为千克二氧化碳当量 (kg CO₂e);

n ——羊别种类总数;

j ——羊别种类;

$EF_{N_2O_{\text{土壤}}, D, j}$ ——第 j 种羊别粪便管理氧化亚氮直接排放因子的数值, 单位为千克氧化亚氮每年每只 [kg N₂O/(年·只)];

AP_j ——第 j 种羊别的活动数据, 单位为只;

GWP_{N_2O} ——氧化亚氮的全球变暖潜势, 按照2021年IPCC第六次报告第七章中给出的系数取值, 见附录B中表B.2。

6.2.6.2 活动数据获取

细毛羊活动数据按照 6.2.3.2 获取。细毛羊活动数据按年均存栏量计算, 饲养周期小于一年的细毛羊存栏量按公式 (6) 计算。

6.2.6.3 排放因子确定

6.2.6.3.1 参数计算法。

土壤管理氧化亚氮直接排放因子按公式 (26) 计算, 尿液和粪便氮量按公式 (27) 计算。

$$EF_{N_2O_{\text{土壤}}, D, j} = F_{PRP} \times EF_{PRP} \times \frac{44}{28} \dots\dots\dots (26)$$

式中:

F_{PRP} ——放牧细毛羊每年排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮量, kg N/ (年·只);

EF_{PRP} ——放牧细毛羊排泄堆积在草场、牧场和围场上所引起的 N_2O 排放的排放因子, kg N_2O - N/kg N投入, 推荐值取0.01 kg N_2O -N/ kg N。

$$F_{PRP} = \sum_{j=1}^n (Nex_j \times MS_{PRP}) \dots\dots\dots (27)$$

式中:

F_{PRP} ——放牧细毛羊每年排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮量, kg N/ (年·只);

n ——羊别种类总数;

j ——羊别种类;

Nex_j ——羊别 j 每头牲畜的年均氮排泄量, kg N / (年·只) (参见IPCC 2006指南第4卷第10章10.5节);

MS_{PRP} ——每种羊别每年排泄在牧场、草原和围场上的总排泄氮的比例 (参见IPCC 2006指南第4卷第10章10.5节)。

6.2.6.3.2 推荐值法

细毛羊土壤管理氧化亚氮直接排放因子推荐值见附录B中附表B.13。(推荐值为100%放牧。)

注: 优先选择参数计算法。

6.3 单元过程数据汇总

将6.1和6.2章节收集和计算获得的数据, 参照附录C中表C.1的要求, 汇总形成单元过程清单数据表。

6.4 分配规则

共生产品是同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。本文件中, 共生产品特指同一养殖系统内, 除了产出细羊毛外, 同时会产出羔羊、育成羊和成年羊等活体, 本文件采取以下分配方法对共生产品进行分配:

- a) 牧场中产出的鄂尔多斯细羊毛与出售羊活体之间应采用物理分配法, 可采用净能或蛋白质含量分配法;
- g) 外售的粪便应采用替代法, 抵扣市场上同类粪肥产品的环境收益; 能源产品如利用粪便厌氧发酵产生的甲烷进行外售, 或甲烷发电外售, 应采用替代法, 抵扣市场上同类能源产品的环境收益;
- h) 其他产品如牧场种植作物, 应采用细分法, 将这些产品的环境影响和养羊的环境影响拆开。

6.5 数据质量

6.5.1 现场数据的质量要求

细羊毛碳足迹核算现场数据见附录C中附表C.1。现场数据的质量要求应包括:

- a) 代表性: 现场数据原则上应按照申请单元收集过去一年全年的生产统计数据, 申请单元可以是一个企业、一个企业某个区域或一个区域的所有同种鄂尔多斯细毛羊群体;
- b) 完整性: 现场数据应该完整覆盖本文件中确定的所有需要申请单元填报的生产现场数据; 准确性: 现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于申请单元的实际生产统计记录;

- c) 环境排放数据应按 6.2 章节要求获得。所有现场数据均须转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；
- d) 一致性：申请单元现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

6.5.2 背景数据的质量要求

鄂尔多斯细羊毛碳足迹核算背景数据见附录 D 中表 D.1。背景数据的质量要求包括：

- a) 代表性：背景数据应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开碳足迹或 LCA 数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据。另外，如果企业的原材料供应商可以提供符合相关碳足迹或 LCA 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品碳足迹或 LCA 报告，也可以作为背景数据；
- b) 完整性：细羊毛生产所确定的所有背景过程均需提供完整的背景数据，背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原材料产品出厂为止；
- c) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本文件确定的温室气体种类（如附录 B 中表 B.2 所示），并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。同一次碳足迹核算中对产品碳足迹或 LCA 的背景数据选择应该保持一致，如果背景数据更新，碳足迹报告也应更新。

6.5.3 数据质量评价体系

数据质量评估是评估各单元过程数据与所研究产品系统的目标和范围的符合程度。数据质量由三部分组成，即中间流、直接排放、中间流与背景数据匹配度。

按表3对中间流、直接排放、中间流与背景数据匹配度三部分分别进行数据质量评估之后，应按照公式（28）～（31）对所研究产品的评价报告进行数据质量评分。表4给出了报告整体的数据质量评分等级。如果没有可用数据，DQR默认等于5。

$$DQR_{\text{报告}} = \sum_i \left(\frac{DQR_{\text{中间流}} + DQR_{\text{中间流-背景数据}}}{2} \times C_{\text{中间流}} \right) + \sum_i (DQR_{\text{直接排放}} \times C_{\text{直接排放}}) \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中：

$DQR_{\text{中间流 } i}$ ——中间流 i 的数据质量评分；

$DQR_{\text{中间流 } i - \text{背景数据 } i}$ ——中间流 i 与背景数据集 i 的数据质量评分；

$C_{\text{中间流 } i}$ ——中间流 i 对所研究产品碳足迹的贡献率；

$C_{\text{直接排放 } j}$ ——直接排放 j 对所研究产品碳足迹的贡献率。

$$DQR_{\text{中间流}} = \frac{P + Ti}{2} \quad \dots\dots\dots (29)$$

式中：

P ——准确性得分；

Ti ——时间代表性得分。

$$DQR_{\text{中间流-背景数据}} = \frac{Ti + G}{2} \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中：

Ti ——时间代表性得分；

G ——地理代表性得分。

$$DQR_{直接排放} = \frac{P+Ti}{2} \dots\dots\dots (31)$$

式中：
P ——准确性得分；
Ti——时间代表性得分。

表3 中间流、直接排放、中间流与背景数据匹配度的数据质量评分表

得分	中间流		直接排放		中间流与背景数据匹配度	
	准确性P	时间代表性Ti	准确性P	时间代表性Ti	时间代表性Ti	地理G
1	养殖场全年实际统计值	与产品的时间代表性在同一年份	直接测量得到排放因子或相关参数值	与产品的时间代表性在同一年份	数据集日期与产品的时间代表性在同一年份	国家相同
2	现场调查后估算值	与产品的时间代表性相差 1 年	根据本文件推荐公式计算	与产品的时间代表性相差<4 年	数据集日期与产品的时间代表性相差<2 年	本国所在区域同等经济发展水平的国家
3	在线远程调查后估算值	与产品的时间代表性相差 2 年	使用中国国家和地方机构发布的温室气体排放核算指南和标准中提供的相应排放因子或相关参数值	与产品的时间代表性相差<8 年	数据集日期与产品的时间代表性相差<4 年	包含本国的区域水平
4	参考同类养殖场估算值	与产品的时间代表性相差 3 年	使用本文件推荐值计算	与产品的时间代表性相差<12 年	数据集日期与产品的时间代表性相差<6 年	不同区域但发展水平接近
5	参考行业标准和文献估算值	与产品的时间代表性相差<6 年	使用具有行业公信力的学术期刊上发表的排放因子缺省值	与产品的时间代表性相差<20 年	数据集日期与产品的时间代表性相差<8 年	不同区域不同发展水平

表4 报告整体的数据质量等级

总体DQR	数据质量等级
DQR≤1.5	极好的质量
1.5<DQR≤2.0	非常好的质量
2.0<DQR≤3.0	好的质量
3.0<DQR≤4.0	一般的质量
DQR>4.0	差的质量

6.6 计算程序

6.6.1 计算要求

数据收集完后，应根据计算程序对该产品系统中每一单元过程与功能单位求得清单结果。计算中应以统一的功能单位作为该系统所有单元过程中物、能流的共同基础，求得系统中所有的输入和输出数据。在此过程中，如发现不合理的数据，应予以替换。

6.6.2 数据审定

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性。在数据的确认过程中发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

对每种数据类型的数据如发现缺失，对缺失的数据要进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计算出来的数值。

6.6.3 数据与单元过程的关联

如生产工序有多种产品，对一个单元过程确定适宜的基准流，如1 kg产品，并计算单元过程的定量输入和输出数据。

6.6.4 数据与功能单位的关联

计算方法是单元过程的投入产出数据除以产品的产量，即得到声明单位/功能单位的原材料消耗、能源消耗和环境排放。

6.6.5 数据合并

仅当数据类型是设计等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据合并。不同养殖环节的不同设备，若其生产技术水平相当，输入输出种类基本相同，则可采取数据合并。

6.7 碳足迹核算方法

本文件规定鄂尔多斯细羊毛碳足迹采用政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）2021年第六次会议中GWP 100方法核算，并采用二氧化碳的当量物质单位表示影响潜值结果。

养殖场总生命周期温室气体排放量按公式（32）计算，细羊毛碳足迹按公式（33）计算，也可采用商用碳足迹或LCA软件计算获得。

$$E_{总} = E_{原辅料} + E_{运输} + E_{能源和资源} + E_{燃烧} + E_{CH_4_{肠道}} + E_{CH_4_{粪便}} + E_{N_2O_{粪便}} + E_{N_2O_{土壤}} \cdots (32)$$

式中：

$E_{总}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程总生命周期温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{原辅料}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程原辅料生产生命周期温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{运输}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程原辅料采购运输和产品销售运输生命周期温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{能源和资源}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程能源和水资源生产生命周期温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{燃烧}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程燃料燃烧排放温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{CH_4_{肠道}}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程肠道发酵甲烷排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{CH_4_{粪便}}$ ——细毛羊粪便管理产生的甲烷排放量，单位为千克二氧化碳当量(kg CO₂e)；

$E_{N_2O_粪便}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程粪便管理氧化亚氮排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kg CO₂e)；

$E_{N_2O_土壤}$ ——鄂尔多斯细毛羊养殖过程土壤管理氧化亚氮排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kg CO₂e)。

$$CF_{wool} = \frac{E_{总} \times AF}{W_{wool}} \dots\dots\dots (33)$$

式中：

CF_{wool} ——细羊毛碳足迹结果，单位为千克二氧化碳当量每千克 (kg CO₂e/kg)；

AF ——细羊毛对养殖过程总的生命周期温室气体排放量分配系数，单位为百分比 (%)；

W_{wool} ——养殖过程全年细羊毛总产量，单位为千克 (kg)。

7 支持碳足迹报告的要素

依据本文件制作的鄂尔多斯细羊毛碳足迹报告应包括以下内容：

- a) 基本信息：
 - 1) 报告年度和报告主体信息；
 - 2) 报告主体联系人、地址、电话、电子邮箱；
 - 3) 产品名称；
 - 4) 产品照片；
 - 5) 羊毛细度、长度、洗净率、净毛率；
 - 6) 报告有效期。
- b) 碳足迹信息：
 - 1) 声明单位/功能单位；
 - 2) 系统边界；
 - 3) 取舍准则；
 - 4) 实景数据收集；
 - 5) 现场排放数据计算；
 - 6) 分配规则；
 - 7) 背景数据选择；
 - 8) 数据质量评价；
 - 9) 碳足迹结果；
 - 10) 碳足迹可追溯模型；
 - 11) 碳足迹贡献分析；
 - 12) 数据敏感性分析；
 - 13) 碳减排建议。

附 录 A
(资料性)
现场调研数据收集表

养殖场现场调研数据收集见表A. 1～表A. 10。

表A. 1 养殖场基本信息

企业名称	
地址	
绵羊品种	
鄂尔多斯细毛羊数量	只
羊群数量	个
全年圈养时间	() 天/ () 年
羊群更换率	%
养殖周期	(母羊、公羊、羔羊、羯羊)
采毛方式	(人工剪毛、剪毛机剪毛)
粪便管理方式	(直接还田、自然堆放后还田、收集后外售)
牧场面积	亩
第一次产羔年龄	月
产羔率	%
断奶月龄	月
羊毛和活体销售时间	
出生羊羔平均体重	kg

表A. 2 羊群信息

羊别	描述	羊群中数量 只
成年公羊	18 月龄以上	
成年母羊	18 月龄以上	
羯羊	阉割羊	
育成公羊	断奶后至 18 月龄以下	
育成母羊	断奶后至 18 月龄以下	
羔羊	未断奶羊只	

表A. 3 饲草饲料使用信息

饲草饲料名称	规格	单只羊用量	全年消耗量 t
玉米	含水率		
豆粕	含水率		
麦麸	含水率		
玉米青贮	含水率		
玉米秸秆	含水率		
代乳粉	主要成分		
羔羊精饲料	主要成分		
其他饲料			
苜蓿	含水率		
干草	含水率		
其他饲草			

表A. 4 添加剂使用信息

添加剂名称	规格	单只羊用量	全年消耗量 t
碳酸氢钙	成分		
碳酸氢钠	成分		
食盐	成分		
其他			

表A. 5 能源使用信息

能源类型	使用说明	全年消耗量	单位
电力			kWh
柴油			t
汽油			t
其他能源			

表A. 6 水资源使用信息

水资源类型	单只羊用量	全年消耗量 t
地下水		
自来水		

表A. 7 原辅料和产品运输信息

饲草饲料名称	采购地点	销售地点	运输方式及载重	运输距离 km
玉米				
豆粕				
麦麸				
玉米青贮				
玉米秸秆				
代乳粉				
羔羊精饲料				
其他饲料				
苜蓿				
干草				
其他饲草				

表A. 8 外售活体信息

羊别	平均重量 kg	外售数量 只
成年公羊		
成年母羊		
羯羊		
育成公羊		
育成母羊		
羔羊		

表A. 9 外售细羊毛信息

细羊毛信息	单位
年产量	kg
平均长度	mm
纤维细度	μ m
洗净率	%
净毛率	%

表A. 10 固废产生信息

固废类型	排放说明	全年排放量 t	处理方式
有价值粪肥			
无价值粪肥			
废弃粪便			
死去的羊			

附 录 B
(资料性)
相关参数推荐值

相关参数推荐值见表B. 1～表B. 13。

表B. 1 养殖场常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 t C/GJ	燃料碳氧化率 %
固体燃料	无烟煤	t	26.70	27.4×10 ⁻³	94
	烟煤	t	19.57	26.1×10 ⁻³	93
	褐煤	t	11.90	28.0×10 ⁻³	96
	洗精煤	t	26.33	24.4×10 ⁻³	90
	型煤	t	17.46	33.6×10 ⁻³	90
液体燃料	汽油	t	43.07	18.9×10 ⁻³	98
	柴油	t	42.65	20.2×10 ⁻³	98
	液化天然气	t	51.43	15.3×10 ⁻³	98
	液化石油气	t	50.18	17.2×10 ⁻³	98
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31	15.3×10 ⁻³	99
注：数据来源GB/T 32151.10-2023。					

表B. 2 GHG 全球变暖潜势值

序号	温室气体名称		化学分子式	全球变暖潜势
1	二氧化碳		CO ₂	1
2	甲烷		CH ₄	27.9
3	氧化亚氮		N ₂ O	273
4	氢氟碳化物	HFC-23	CHF ₃	14600
		HFC-32	CH ₂ F ₂	771
		HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3740
		HFC-134a	CHF ₂ CF ₃	1530
		HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
		HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
		HFC-227ea	CF ₃ CH ₂ CF ₃	3600
		HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8690
		HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	962
5	全氟化碳	PFC-14	CF ₄	7380
		PFC-116	C ₂ F ₆	12400

表B.2 GHG全球变暖潜势值（续）

序号	温室气体名称	化学分子式	全球变暖潜势
6	六氟化硫	SF ₆	24300
7	三氟化氮	NF ₃	17400

注：数据来源于2021年IPCC第六次报告第七章。在相关机构公布最新数据后，应采用最新的公布数据。

表B.3 日粮甲烷转化因子（Y_m）推荐值

日粮种类	Y _m %
100%粗饲料的日粮	8.0
TMR 日粮	6.5
青贮饲料+精饲料	7.0
粗饲料氨化+精饲料	6.8
精饲料占 90%以上的日粮	3.0

注：数据来源NY/T 4243-2022。

表B.4 鄂尔多斯细毛羊的代表性饲料消化率（DE%）

分类	消化率 DE%	平均值 DE%
用含>90%精饲料日粮饲喂的圈养家畜	75~85	80
牧场中饲喂的家畜	55~75	65
低质量牧草饲喂的家畜	45~55	50

注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。

表B.5 计算维持净能 NE_m的系数（Cf_i）

鄂尔多斯细毛羊类别	Cf _i MJ/日/kg	说明
鄂尔多斯细毛羊(从羊羔到 1 岁)	0.236	对于未阉割公羊，该值增加 15%
鄂尔多斯细毛羊(大于 1 岁)	0.217	对于未阉割公羊，该值增加 15%

注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。

表B.6 对应于家畜饲养方式的活动系数（C_a）

养殖方式	定义	C _a MJ/日/kg
舍饲母羊	怀孕母羊在孕期最后三个月(50 天)时圈养	0.0090
平原放牧	家畜每天行走达 1000 米，获取食物消耗的能量很小	0.0107
丘陵放牧	家畜每天行走达 5000 米，获取食物消耗的能量很大	0.0240
舍饲育肥羔羊	羔羊舍饲育肥	0.0067

注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。

表B.7 妊娠系数（C_{妊娠}）

胎数	C _{妊娠}
单胎	0.077
双胎(双胞)	0.126
三胎或以上(三胞)	0.150
注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。	

表B.8 鄂尔多斯细毛羊 N_{EG} 计算中所用的常数

家畜种类/类别	a MJ/kg	b MJ/kg
未阉割公羊	2.5	0.35
阉割公羊	4.4	0.32
母羊	2.1	0.45
注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。		

表B.9 肠道发酵甲烷排放因子(EF_{CH₄肠道,j})推荐值

饲养阶段	EF _{CH₄肠道,j} kg CH ₄ / (年·只)
当年出生	6.5
成年羊	12
注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。	

表B.10 不同粪便管理方式甲烷转化系数（MCF_k）推荐值

气温范围 ℃	氧化塘 %	液体储存 %		固体储存 %	自然风干 %	舍内储粪池 %	厌氧沼气 %	堆肥和沤肥 %	其他 %
		覆盖	敞口						
≤10	66	10	17	2	1	3	10	0.5	1
11	68	11	19	2	1	3	10	0.5	1
12	70	13	20	2	1	3	10	0.5	1
13	71	14	22	2	1	3	10	0.5	1
14	73	15	25	2	1	3	10	0.5	1
15	74	17	27	4	1.5	3	10	1	1
16	75	18	29	4	1.5	3	10	1	1
17	76	20	32	4	1.5	3	10	1	1
18	77	22	35	4	1.5	3	10	1	1
19	77	24	39	4	1.5	3	10	1	1
20	78	26	42	4	1.5	3	10	1	1
21	78	29	46	4	1.5	3	10	1	1
22	78	31	50	4	1.5	3	10	1	1
23	79	34	55	4	1.5	3	10	1	1

表B.10 不同粪便管理方式甲烷转化系数（ MCF_k ）推荐值（续）

气温范围 ℃	氧化塘 %	液体储存%		固体储存 %	自然风干 %	舍内储粪池 %	厌氧沼气 %	堆肥和沤肥 %	其他 %
		覆盖	敞口						
24	79	37	60	4	1.5	3	10	1	1
25	79	41	65	4	1.5	3	10	1	1
26	79	44	71	5	2	3	10	1.5	1
27	80	48	78	5	2	3	10	1.5	1
≥28	80	50	80	5	2	3	10	1.5	1

表B.11 鄂尔多斯细毛羊粪便甲烷排放因子（ $EF_{CH_4-粪便}$ ）推荐值

单位为千克甲烷每年只 [kg CH₄/（年·只）]

区域	省(自治区、直辖市)	鄂尔多斯细毛羊
华北	北京、天津、河北、内蒙古、山西	0.15
注：数据来源NY/T 4243-2022。		

表B.12 不同粪便管理方式的氧化亚氮-氮直接排放因子（ $EF_{直接,k}$ ）推荐值

管理方式	氧化塘	液体储存		固体储存	自然风干	舍内粪坑储存	厌氧沼气	堆肥和沤肥	其他
		覆盖储存	敞口						
$EF_{直接,k}$ kg N ₂ O-N/kg N	0	0.005	0	0.005	0.02	0.002	0	0.01	0.005
注：数据来源《IPCC国家温室气体清单指南》（2019）第4卷第10章。									

表B.13 鄂尔多斯细毛羊粪便氧化亚氮直接排放因子（ $EF_{N_2O-粪便,D}$ ）推荐值

区域	省(自治区、直辖市)	鄂尔多斯细毛羊
华北	北京、天津、河北、内蒙古、山西	0.093
注：数据来源NY/T 4243-2022。		

附 录 C
(资料性)
单元过程数据收集示例表

养殖过程数据收集表见表C. 1。

表C. 1 养殖过程数据收集表

单元过程名称	养殖过程					
单元过程描述						
填表日期		填表人				
时间范围						
1、原材料消耗						
原材料类型	单位	数量	运输距离	运输方式	数据来源	备注
1) 饲料						
玉米						
豆粕						
.....						
2) 饲草						
紫花苜蓿						
玉米秸秆						
.....						
3) 添加剂						
碳酸氢钙						
碳酸氢钠						
食盐						
.....						
2、能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源		备注	
电力						
汽油						
柴油						
.....						
3、水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源		备注	
地下水						
自来水						
.....						
单元过程名称	细毛羊养殖过程					
单元过程描述						
填表日期		填表人				
时间范围						

表C.1 现场数据收集表（续）

4、产品产出						
原材料类型	单位	数量	运输距离	运输方式	数据来源	备注
细羊毛						
活体			\	\		
有价值粪肥			\	\		
无价值粪肥			\	\		
.....						
5、排放进入大气						
排放种类	单位	数量	数据来源	排放方式		
甲烷（生物源）				肠道发酵		
甲烷（生物源）				粪便管理（圈养）		
甲烷（生物源）				粪便管理（放养）		
氧化亚氮				粪便管理直接排放		
氧化亚氮				粪便管理间接排放		
氧化亚氮				管理土壤直接排放		
二氧化碳（化石源）				燃料燃烧排放		
.....						
6、固废排放						
固废类型	单位	数量	数据来源	备注		
死去的羊				处理方式		
粪便废弃物				处理方式		
.....						
7、碳存储						
碳存储类型	单位	数量	数据来源	备注		
羊毛固碳				羊毛中的碳均来自于自然环境中二氧化碳转化。		

附 录 D
(资料性)
背景数据收集示例表

背景数据收集表见表D. 1。

表D. 1 背景数据收集表

背景数据名称	背景数据来源
饲草饲料	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com
添加剂	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com
能源	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com
自来水	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com
运输	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com
废弃物处理	1、CLCD 数据库 www.weblca.net 2、Ecoinvent 数据库 www.ecoinvent.com

参 考 文 献

- [1] 联合国政府间气候变化专门委员会. IPCC 国家温室气体清单指南. 2019.
 - [2] 联合国政府间气候变化专门委员会. IPCC 第六次评估报告第一工作组报告. 2021.
 - [3] GB/T 32151.10-2023 碳排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业
 - [4] NY/T 4243-2022 畜禽养殖场温室气体排放核算方法
 - [5] ISO 14067-2018 温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南
-