

**《规模化畜禽养殖场栏舍氨排放监测技术  
规范》  
(征求意见稿)  
编制说明**

标准编制组

二〇二一年六月

# 目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准制修订的必要性分析.....	2
2.1 氨气污染的环境危害.....	2
2.2 相关环保标准和环保工作的需要.....	2
3 国内外相关标准情况.....	3
3.1 国外标准情况.....	3
3.2 国内标准情况.....	4
4 国内外监测方法研究.....	5
5 标准制订的基本原则和技术路线.....	6
5.1 标准制订的基本原则.....	6
5.2 标准制订的技术路线.....	7
6 标准主要技术内容.....	7
6.1 关于“前言”.....	7
6.2 关于“适用范围”.....	7
6.3 关于“规范性引用文件”.....	7
6.4 关于“术语和定义”.....	8
6.5 关于“布点”.....	8
6.6 关于“采样”.....	12
6.7 关于“计算”.....	13
6.8 关于“质量保证与质量控制”.....	17

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

为适应国家经济社会发展和环境保护工作的需要,进一步完善国家环境保护标准体系,中华环保联合会于2020年7月发布了关于《规模化畜禽养殖场栏舍氨排放监测技术规范》等三项团体标准(中环联字〔2020〕54号)的标准编制任务。

该项标准的编制工作由生态环境部南京环境科学研究所承担,其中参与单位有南通大学、河北农业大学、生态环境部华南环境科学研究所、邢台市生态环境监控中心。

## 1.2 工作过程

### (1) 成立标准制订编制组

2020年7月项目下达后,项目承担单位生态环境部南京环境科学研究所与项目参与单位成立了标准制订编制组。编制组初步拟定了标准制订的工作目标、工作内容,讨论了在标准过程中可能遇到的问题,根据标准编制任务,制定了详细的标准编制计划与任务分工。分析了现有标准规范的实施情况和实际应用中存在的问题,确定了标准的原则和技术路线。

### (2) 查询国内外相关标准和文献资料

标准编制组根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国环规科技〔2017〕1号)、《环境监测分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)、《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010)等相关规定,查询和收集了国内外相关标准和文献资料。生态环境部南京环境科学研究所与课题参加单位收集了国内外有关氨气监测技术的研究成果,全面跟踪了解了畜禽养殖氨排放监测现状,总结承担的第二次全国污染源普查畜禽氨排放系数监测相关工作成果,为后续标准提供资料支撑。

### (3) 编制征求意见稿和编制说明

2020年7月~9月，编制组通过文献调研结合现场监测实践，形成了《规模化畜禽养殖场栏舍氨排放监测技术规范（征求意见稿）》初稿。

2020年9月~2020年11月，编制组召开多次论证会议，形成了《规模化畜禽养殖场栏舍氨排放监测技术规范（征求意见稿）》和编制说明。

## 2 标准制修订的必要性分析

### 2.1 氨气污染的环境危害

氨是形成PM<sub>2.5</sub>的重要组成部分之一，主要来源于农业排放，已成为重点区域空气质量进一步改善的制约因子。国内外学者已揭示出氨的排放和大气环境污染的关系，在PM<sub>2.5</sub>形成过程中，气态氨扮演着重要角色，对雾霾的形成起着关键性作用。一方面，NH<sub>3</sub>作为大气中唯一的碱性气体，是大气PM<sub>2.5</sub>形成的重要前体物，NH<sub>3</sub>能与二氧化硫（SO<sub>2</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）等反应生成硫酸铵和硝酸铵等细粒子是PM<sub>2.5</sub>关键性成分。另一方面，在NH<sub>3</sub>参与下细粒子的生成速度明显加快，当NH<sub>3</sub>充足时，NH<sub>3</sub>的气相或者非均相反应会提高气态前体物的转化率和二次无机盐的生成率，引起铵根（NH<sub>4</sub><sup>+</sup>）和硫酸根（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）等细粒子组分大幅度增加。人为源是大气中NH<sub>3</sub>的主要来源，人为源主要包括农业源NH<sub>3</sub>排放、生物质燃烧排放以及其他源排放。农业源NH<sub>3</sub>排放是大气中人为源NH<sub>3</sub>的主体，占全球人为源排放总量的90%。农业源NH<sub>3</sub>排放主要来源于农田施肥和畜禽养殖，其中，农田施肥NH<sub>3</sub>排放约占农业源NH<sub>3</sub>排放总量的40%，畜禽养殖约占50%。欧美发达国家PM<sub>2.5</sub>控制实践表明，在二氧化硫，氮氧化物基本得到控制的情况下，通过对气态氨排放进行同步削减，可以大幅度降低大气环境中PM<sub>2.5</sub>浓度，实现环境空气质量的大幅提升。制订畜禽养殖业氨排放监测标准，将为准确核算我国畜禽氨排放和环境质量管理提供依据。

### 2.2 相关环保标准和环保工作的需要

《“十三五”生态环境保护规划》明确指出“开展大气氨排放控制试点”，“在环渤海京津冀、长三角、珠三角等重点区域，开展种植业和养殖业重点排放源氨

防控研究与示范”。《打赢蓝天保卫战三年行动计划》明确要求“控制农业源氨排放。减少化肥农药使用量，增加有机肥使用量，实现化肥农药使用量负增长。强化畜禽粪污资源化利用，改善养殖场通风环境，提高畜禽粪污综合利用率，减少氨挥发排放；开展氨排放与控制技术研究”。中共中央国务院《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》明确指示“开展大气氨排放控制试点。”我国畜禽养殖氨排放控制工作起步较晚，主要借鉴国外畜禽氨排放清单开展宏观估算，准确性不足，估算结果对氨排放控制管理支撑薄弱。畜禽养殖业产排污系数率定与核算、氨排放系数确定及技术规范已被纳入第二次全国污染源普查工作。氨气作为细颗粒形成过程中的重要影响因素，对其排放进行监测、管控工作，是满足生态环境监测规划纲要（2020-2035 年）所提出的深化污染成因监测理念、达到大气污染防治规划关于减少大气颗粒物含量目标的重要支撑点与立足点。

### 3 国内外相关标准情况

#### 3.1 国外标准情况

经查阅近年相关文献，包括标准专利网等网站文献资料中，搜索了欧洲标准、ISO 标准、美国国家标准、JIS 日本工业标准、法国标准化协会等现行的国际标准方法，发现目前国际标准针对氨排放的监测标准主要集中在工业固定源氨排放、环境空气氨监测方面，目前还没有畜禽养殖氨排放监测方法国际标准，见表 1。

表 1 国外相关监测与测定规范

国家、地区或组织	规范、标准或方法名称	规范、标准或方法编号	主要内容
国家标准 化组织 (ISO)	固定源排放 氨质量浓度 的测定 手工方法	ISO 21877:2019	采样时间、采样方法、测定方法
法国	固定源排放 氨气的测定	NF X43-303-2011	测定方法
捷克	空气质量 固定源排放氨气 的测定 手工方法取样	CSN 83 4728 Cast.2 -984	采样方法、测定方法
捷克	空气质量 固定源中排放氨 气的测定 滴定法	CSN 83 4728 Cast.3-984	采样方法、测定方法

捷克	空气质量 固定源中排放氨气的测定 分光光度法	CSN 83 4728 Cast.4-984	采样方法、测定方法
捷克	空气质量 固定源中排放氨气的测定 电位滴定法	CSN 83 4728 Cast.5-1984	采样方法、测定方法
英国	固定源排放 烟气中氨质量浓度的测定 自动测量系统	BS ISO 17179-2016	采样时间、采样方法、测定方法
匈牙利	空气中的氨气含量测定	MSZ KGST 2599-1980	采样时间、采样方法、测定方法

### 3.2 国内标准情况

我国现执行的环境空气和废气氨测定标准有《环境空气环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534-2009)、《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 533-2009)和《空气质量 氨的测定 离子选择电极法》(GBT 14669-1993), 分别适用于环境空气、恶臭源厂界空气、工业行业(制药、化工、炼焦等)废气中氨的测定, 规定了环境空气和废气中氨气样品采样时间与测定方法。地方标准(山东)《畜禽舍氨气快速检测技术规程》(DB 37/T 2142-2012)提出了畜禽舍氨气检测的采样点的布设方法。相关标准对环境空气的监测点布设、背景点设施及气象要素监测有所规定。《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)规定了室内空气监测时的选点要求、采样时间和频率、采样方法和仪器、室内空气中各种参数的检验方法。《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)规定了环境空气质量背景点设置方法,《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T 194 2005)规定了气象要素的测定方法, 见表 2。总之, 目前还无针对畜禽目前尚无能支撑畜禽养殖氨排放监测的相关国家标准。

表 2 国内相关监测与测定规范

规范、标准或方法名称	规范、标准或方法编号	主要内容
室内空气质量标准	GB/T 18883-2002	规定了室内空气监测时的选点要求
大气污染物无组织排放监测技术导则	HJ/T 55-2000	在排放源周界外设置监控点的方法, 采样频率
环境空气质量手工监测技术规范	HJ/T 194 2005	采样点气象参数观测

环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534-2009	采样时间, 测定方法
环境空气和废气 氨的测定纳氏试剂分光光度法	HJ 533-2009	采样时间, 测定方法
空气质量 氨的测定 离子选择电极法	GBT 14669-1993	采样时间, 测定方法
公共场所空气中氨测量方法	GB/T 18204.25-2000	测定方法
畜禽舍氨气快速检测技术规程	DB 37/T 2142-2012	采样点设置、气体采集、检测方法
恶臭污染环境监测技术规范	HJ905-2017	采样点设置、采样频率、检测方法
公共场所空气中二氧化碳测定方法	GB/T 18204.24-2000	气体采样、监测方法

## 4 国内外监测方法研究

针对畜禽氨排放目前主要采用的方法有被动通量采样法、静态箱采样法、直接测定法、示踪气体法、流体力学模型法等。被动通量采样法和静态箱采样法适用于气态污染物释放因素的研究,在自然通风禽舍气态物质排放中运用还存在明显不足。直接测定法可用风速仪直接测得风速,也可以由压差计测得动压后计算得到风速来拟合通风率。压差计法在流场复杂的自然通风禽舍测定结果误差大,可信度不高,不适合换气速率变化较大的自然通风禽舍气体排放测定。风速仪法根据测定仪器分为热式风速仪法和超声波风速仪法。热式风速仪法对于局部通风通道测定较为准确,但对于整个禽舍来讲缺少代表性,且价格昂贵,仪器本身构造也不适宜长期实地监测。与热式风速仪相比,超声波风速仪虽价格便宜且适宜长期现场监测,但是也存在测定结果对整个禽舍的代表性不足的问题,需要增加仪器数量并通过长期监测来弥补。在面对自然通风条件禽舍的时空复杂多变的气场,任何直接测定方法在实际实施中都存在很到困难,需要运用相关的流体力学模型加以改进。

示踪气体法以释放到舍内的示踪气体质量守恒为基础,包括衰减法、恒定释放法和恒定浓度法。由于操作相对简单且示踪气体需要量少,浓度衰减法应用较为广泛,但实际应用时需要保证稳定的通风量,不适用于开放区域过大的空间,则不适宜对自然通风禽舍进行长期的气体排放监测。恒定释放法对设备同样要求较高,需要消耗较多的示踪气体,需要假定通风速率不变,气体浓度也不变,可

用来测量风量变化并不剧烈的场景。恒定浓度法测定方便且适宜风向多变的自然通风禽舍，如选用合适的示踪气体克服仪器和运行成本高的瓶颈，此方法具有很好的推广前景。

研究中常用的示踪气体有  $\text{N}_2\text{O}$ 、 $^{85}\text{Kr}$ 、 $\text{SF}_6$  和  $\text{CO}_2$ ，其中， $\text{CO}_2$  相对分子质量（44）比较接近空气的平均相对分子质量（29），在空气中的扩散性能好。另外， $\text{CO}_2$  在空气中分布广泛且均匀，能够克服其他示踪气体和待测污染气体浓度在禽舍内很难混合均匀的局限。由于  $\text{CO}_2$  具有与空气的输运特性好、检测便捷与安全性高以及成本低的特点， $\text{CO}_2$  作为理想的测试用示踪气体，在自然通风禽舍气体排放研究中被广泛应用。 $\text{CO}_2$  作为示踪气体会受到禽舍内储存粪便和下垫草被的干扰，在面对生物发酵床禽舍时可能会一定程度降低监测精度。针对这一问题，可以通过禽舍中  $\text{CO}_2$  代谢过程研究，来修正测定结果，或者与另外一种气体联合使用，通过互相验证来提高气体排放测定精度。此外，还有学者提出了示踪气体比率法来解决  $\text{CO}_2$  受干扰的问题，此方法无需辨别通风率和浓度的关系，可以直接测得排放速率，提高了监测精度。不难看出，针对自然通风禽舍气体排放监测方法国外学者已开展了大量有益的探索，尤其是对研究区域广泛分布的牛舍进行了实证研究，形成了  $\text{CO}_2$  为平衡法相对成熟的监测方法。

## 5 标准制订的基本原则和技术路线

### 5.1 标准制订的基本原则

#### 5.1.1 科学性原则

结合畜禽养殖业实际情况，注重监测点位的选择，遵循养殖场栏舍氨气排放规律，确保监测结论客观反映氨排放状况，为养殖场栏舍氨排放综合评价提供科学依据。

#### 5.1.2 可操作性原则

选择可操作性强、准确性高的监测技术，通过化学吸收法测定氨气浓度、通过二氧化碳平衡法测定通风量，简便易行，为监测方法的推广提供便利。



## 5.2 标准制订的技术路线

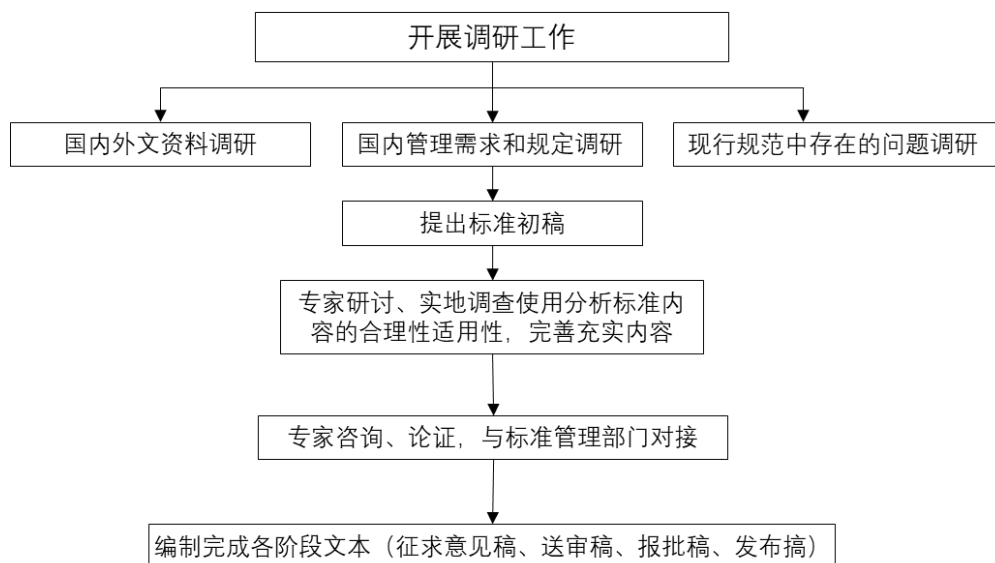


图 1 技术路线图

# 6 标准主要技术内容

## 6.1 关于“前言”

本章按照《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》(GBT 1.1-2020)和《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国环规科技〔2017〕1 号)要求，给出了本标准的提出单位、起草单位、批准单位、主要起草人等内容。

## 6.2 关于“适用范围”

本文件适用于畜禽养殖场栏舍氨排放监测以及具有一定规模的畜禽养殖场氨排放监测。

## 6.3 关于“规范性引用文件”

本章列出标准中规范性引用的文件，该文件经过标准条文的引用后，成为标准应用时必不可少的文件。

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范  
GB/T 18204.24 公共场所空气中二氧化碳测定方法  
GB/T 18883 室内空气质量标准  
GB/T 19525.1 畜禽环境 术语  
HJ 534 环境空气氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法  
HJ 905 恶臭污染环境监测技术规范  
HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则  
HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

## 6.4 关于“术语和定义”

本章给出了相关术语及定义。术语及定义在参考相关标准的基础上直接引用或结合本标准特点修改。

依据《畜禽环境 术语》（GB/T 19525.1）的封闭式栏舍和开放式栏舍栏舍定义。

依据《空气质量 词汇》（HJ492）的氨排放速率定义。

## 6.5 关于“布点”

### 6.5.1 封闭式栏舍

#### 6.5.1.1 点位布设与数量

封闭式栏舍在进风口和排放口分别设置采样点，并设置背景对照点，采样点设置要求如下：

##### （一）进风口采样点

根据进风装置特点以及进风口处，外界氨气浓度差异小的特点，在进风装置外部断面中心点设置 1 个采样点。

##### （二）排风口采样点

依照《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）（5.2.2.2 矩形或方形烟道）部分进行。

(1) 将排风口断面分成适当数量的等面积小块，各块中心即为测点。小块的数量按表 1 的规定选取。原则上测点不超过 20 个。

(2) 排风口断面面积小于  $0.1\text{m}^2$ ，流速分布比较均匀、对称的，可取断面中心作为测点。

表 3 排风口的分块和测点数

排风口断面积 ( $\text{m}^2$ )	等面积小块长边长度(m)	测点总数
<0.1	<0.32	1
0.1-0.5	<0.35	1~4
0.5-1.0	<0.50	4~6
1.0-4.0	<0.67	6~9
4.0-9.0	<0.75	9~16
>9.0	$\leq 1.0$	16~20

### (三) 背景对照点

背景对照点布设依据《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55)(4.2 设置监控点的位置和数目)的规定，“相对应的参照点设在排放源上风向 2~50 m 范围内”，本标准背景对照点布设在监测养殖场监测时段风向上方，以距养殖场边界 2~50 m 范围内设立 1 个采样点，高度 1.5m。

### 6.5.1.2 采样频次

采样时，采样频次参照以下要求：

#### (一) 日采样时段划分

依据 HJ 905 (4.4.1 有组织排放源的采样频次)“生产周期大于 8h 的，采样间隔不小于 4h”的规定。本标准规定日采样频次不少于 6 次/d，每天均等划分为 6 个以上时段，在每个时间段选取 1 个小时为采样时段。

#### (二) 采样时段内的采样频次

小时采样频率依据 HJ/T 55 (4.3 采样频次的要求)的规定，“实行监测时，实行连续 1h 的采样，或者实行在 1h 内以等时间间隔采集 4 个样品计平均值”，即小时采样频率为 4 次/h。

### 6.5.2 开放式栏舍

### 6.5.2.1 点位布设与数量

开放式栏舍氨排放监测布点时，按照以下要求布设内部采样点、外部采样点和背景对照点：

#### （一）内部采样点

内部采样点布设数量与横向位置依据 GB/T18883（附录 A.2 选点要求）的规定，即“原则上小于 50m<sup>2</sup> 的房间应设 1-3 个点；50-100m<sup>2</sup> 设 3-5 个点；100m<sup>2</sup> 以上至少设 5 个点进行布点；在对角线上或梅花式均匀分布采样点；应避开通风口，离墙壁距离应大于 0.5m”。采样点的高度依据《畜禽舍氨气快速检测技术规程》（DB 37/T 2142）5.1.2 纵向位置规定，即“采样点的高度以舍内所饲养畜禽背脊高度为准。对于多层笼养畜禽，以最上层笼饲养畜禽的高度为准”。

针对畜禽养殖栏舍特点本标准规定内部采样点不少于 5 个，选用对角线布设 4 个点位，中心点 1 个点位；点位避开通风口，距离墙壁 0.5m 以上，采样点距离入口和出口（排风口）的距离不少于 2.0m。采样点高度设置，猪舍气体采集高度为离地面 30cm，对应猪呼吸位置；牛舍气体采集高度为离地面 80~100cm，对应牛呼吸位置；对于多层笼养鸡舍，以最上层笼中部高度为准。

采样点应在避免影响畜禽正常生产的情况下尽量靠近畜禽群，但应避免畜禽影响采样设备和采样工作。

#### （二）外部采样点

外部采样点布设依据 HJ/T 55（9.1 在单位周界外设置监控点的方法）规定，

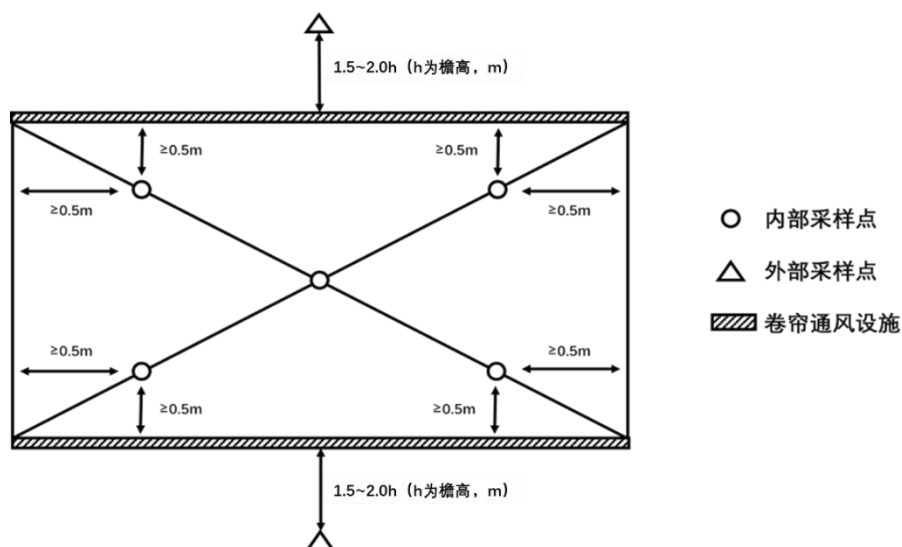


图 2 开放式栏舍采样点示意图

“为避开围墙造成的涡流区,宜将监控点设于距围墙 1.5~2.0h(h 为围墙高度(m)),距地面 1.5 m 处”,本标准在栏舍窗口两侧分别布设外部采样点,在距离栏舍 5m,高度为 1.5m 处设立采样点,如图 1。

### (三) 背景对照点

背景对照点布设依据 HJ/T 55 (4.2 设置监控点的位置和数目) 的规定,“相对应的参照点设在排放源上风向 2~50 m 范围内”,本标准背景对照点布设在监测养殖场监测时段风向上方,以距养殖场边界 2~50 m 范围内设立 1 个采样点,高度与外部采样点一致。

## 6.5.2.2 采样频次

采样时,采样频次参照以下要求:

### (一) 日采样时段划分

通过现场验证发现在通风速率较大的夏季每隔 2h、3h、4h 和 6h 采样,平均氨浓度相对误差均值分别为 13.80%、16.42%、19.28%和 25.19%。同时依据 HJ 905 (4.4.1 有组织排放源的采样频次)“生产周期大于 8h 的,采样间隔不小于 4h”的规定。本标准规定日每天均等划分不少于 6 个时段(采样间隔不小于 4h),在每个时间段选取 1 个小时为采样时段。

### (二) 采样时段内的采样频次

采样时段内采样频次依据 HJ/T 55 (4.3 采样频次的要求) 的规定,“实行监测时,实行连续 1h 的采样,或者实行在 1h 内以等时间间隔采集 4 个样品计平均值”,即小时采样频率为 4 次/h。

此外,通过现场验证发现在通风速率较大的夏季小时采样频率累积频率 90% 的相对误差随着采样频率减少而增加,即 12 次/h<10 次/h<6 次/h<4 次/h<2 次/h,分别为 1.34%(0.43%~2.65%)、2.01%(0.92%~4.07%)、4.14%(1.66%~8.89%)、5.85%(2.50%~9.26%)、10.95%(7.02%~20.68%)。本标准规定各采样时段每小时等间隔采集样品不少于 4 个。

## 6.6 关于“采样”

### 6.6.1 气象参数监测

气象观测仪器要求参照《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ194) 6.7 采样点气象参数观测部分执行。

### 6.6.2 氨气

#### 6.6.2.1 样品采集

依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) 6.2 样品采集部分进行。

##### (一) 封闭式栏舍

排风口采样点与进风口采样点采样依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) (6.2 样品采集) 规定, “以 1.0 L/min 的流量, 采气 1~4 L, 采样时注意恶臭源下风向, 捕集恶臭感觉强烈时的样品”, 即运用该方法采气不少于 4 L。

背景对照点采样依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) (6.2 样品采集) 规定, “以 0.5~1.0 L/min 的流量, 采气至少 45 min”。

##### (二) 开放式栏舍

(1) 内部采样点与外部采样点采样依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) (6.2 样品采集) 规定, “以 1.0 L/min 的流量, 采气 1~4 L, 采样时注意恶臭源下风向, 捕集恶臭感觉强烈时的样品”。此外, 根据现场验证运用水杨酸钠法进行栏舍氨气测定发现, 不少于 4min 的采样时间(采集气量 4L) 采样效率均大于 90%, 不同采样时间(4min、20min、40min、60min) 测定获得的氨气浓度无显著性差异。本标准规定采样时间为“以 1.0 L/min 的流量, 采气不少于 4 L”。

(2) 背景对照点采样依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) (6.2 样品采集) 规定, “以 0.5~1.0 L/min 的流量, 采气至少 45 min”。

### 6.6.3 通风量

### 6.6.3.1 封闭式栏舍

依据《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243)(附录 D 洁净室(区)工程测试)部分进行。

(1) 风速检测仪器采用叶轮风速仪。

(2) 测试平面应为垂直于排风气流, 距离排风口出风面 300mm 处, 测试平面应分成若干面积相等的栅格, 栅格数量不应少于被测试截面面积(m<sup>2</sup>)10 倍的平方根数, 测点应取在每个栅格的中心, 全部测点不应少于 5 点。

### 6.6.3.2 开放式栏舍

开放式栏舍通风量测量使用二氧化碳平衡法, 相关原理和测定要求如下:

#### (一) 二氧化碳平衡法

二氧化碳平衡法即在获取动物产热量与新陈代谢关系的前提下, 由不同动物在不同饲养情况下的呼吸熵得出二氧化碳的产生量, 再通过舍内舍外的二氧化碳浓度计算出实际通风量。二氧化碳平衡法的有效性取决于动物代谢率数据的可靠性。从国内研究和应用实践来看, CO<sub>2</sub> 平衡法是相对成熟的监测方法。

#### (二) 二氧化碳测定方法

依据 GB/T 18204.24 (6 分析步骤) 部分进行。

#### (三) 仪器性能指标

参照 GB/T 18204.24 (4 仪器和设备) 部分执行。

### 6.6.4 样品分析

依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534)(7 分析步骤) 部分进行。

## 6.7 关于“计算”

### 6.7.1 畜禽氨排放速率

单位畜禽氨排放速率 (A) 按式 (1) 计算:

$$A = \frac{1}{1000n} \sum_{i=1}^m \left( \frac{24 \times a_i}{m} \right) \dots \dots \dots (1)$$

式中: A——排放速率, g/(天·头)或 g/(天·羽);

- m——日监测频次；
- n——禽舍中畜禽个体数，头；
- $a_i$ ——各采样时间段氨排放速率，mg/h。

$a_i$ 按式（2）计算

$$a_i = V_i \times (\rho_{in} - \rho_{out}) \dots\dots\dots (2)$$

式中： $V_i$ ——采样时间段禽舍通风量， $m^3/h$ ；  
 $\rho_{in}$ ， $\rho_{out}$ ——分别为采样时间段禽舍内、外氨气平均浓度， $mg/m^3$ 。

## 6.7.2 通风量

### 6.7.2.1 封闭式栏舍

各采样时间段排风口通风量（ $V_i$ ），按式（3）计算：

$$V_i = 60 \times V_n \times S \times t \times \frac{P \times T_0}{P_0 \times T} \dots\dots\dots (3)$$

- 式中： $V_n$ ——排风口采样时间段内每个栅格的平均排风速率，m/s；
- $S$ ——排风口总面积， $m^2$ ；
- $t$ ——排风口采样时间段累计排风时长，min；
- $T$ ——采样时间段采样点平均温度，K；
- $T_0$ ——标准状况下气体温度，273K；
- $P$ ——采样时间段采样点平均气压，kPa；
- $P_0$ ——标准状况下气体压力，101.3kPa。

### 6.7.2.2 开放式栏舍

参考国家发布的《大气氨源排放清单技术指南》，基于用二氧化碳平衡法计算通风量，使用国际农业工程师协会(CIGR, 2002)推荐的代谢产热量计算公式。

各采样时间段禽舍通风量  $V_i$  基于  $CO_2$  平衡法式（3）计算：

$$V_i = \frac{1.85 \times 10^{-4} \times \varphi_{tot} \times [1 + 0.004(20 - T_{in})] \times n \times (1 - \alpha \times \sin[\frac{\pi}{12}(t+4)])}{C_{in.co2} - C_{out.co2}} \times \rho_{CO2} \dots\dots (3)$$

- 式中： $\varphi_{tot}$ ——20℃时畜禽代谢产热系数，计算方法见代谢产热（ $\varphi_{tot}$ ）计算；
- $T_{in}$ ——禽舍内部温度，℃；
- n——禽舍中畜禽个体数，头；
- $\alpha$ —— $CO_2$  浓度变化的振幅， $\alpha$ 取值最大为 0.2，一般取值 0.1；



t——采样所处的时间段，h；

$\rho_{CO_2}$ ——CO<sub>2</sub> 密度，1.977kg/m<sup>3</sup>；

$C_{in.CO_2}$ ， $C_{out.CO_2}$ ——分别为舍内外 CO<sub>2</sub> 浓度，mg/m<sup>3</sup>。

**代谢产热计算：**

**C.1 猪**

**C.1.1 育肥猪**

育肥猪代谢产热系数计算公式见式（C.1）。

$$\varphi_{tot} = \{ (5.09 \times m^{0.75} + [1 - (0.47 + 0.003 \times m)] \times [w \times 5.09 \times m^{0.75} - 5.09 \times m^{0.75}] \} \times [12 \times 10^{-3} \times (20 - T_{in}) + 1] \dots \dots \dots (C.1)$$

式中：m——猪平均体重，kg；

w——猪采食能量与维持生命活动能量之间的相关系数，见表 C.1；

$T_{in}$ ——猪舍内部温度，℃。

**表 4 不同体重猪 w 值取值**

体重 (kg)	60	70	80	90	100	110	120
w	3.22	3.19	3.05	2.83	2.64	2.47	2.31

**C.1.2 妊娠猪**

妊娠猪代谢产热系数计算公式见式（C.2）。

$$\varphi_{tot} = (4.85 \times m^{0.75} + 8 \times 10^{-5} \times p^3 + 76 \times Y_1) \times [12 \times 10^{-3} \times (20 - T_{in}) + 1] \dots \dots \dots (C.2)$$

式中：m——妊娠猪平均体重，kg；

p——妊娠天数；

$Y_1$ ——每日体重增长量，怀孕母猪（13 个月龄及以上）(pregnant sow) = 0.18 kg/天，怀孕小母猪（8-13 个月龄）(pregnant gilt) = 0.62kg/天；

$T_{in}$ ——猪舍内部温度，℃。

**C.2 奶牛**

奶牛代谢产热系数计算公式见式（A.3）。

$$\varphi_{tot} = (5.6 \times m^{0.75} + 22 \times Y_1 + 1.6 \times 10^{-5} \times p^3) \times [12 \times 10^{-3} \times (20 - T_{in}) + 1]$$

..... (C.3)

式中：m——牛平均体重，kg；  
 $Y_1$ ——产奶量，kg/天；  

p——怀孕天数；  
 $T_{in}$ ——牛舍内部温度，℃。

### C.3 肉牛

肉牛代谢产热系数计算公式见式 (C.4)。

$$\varphi_{tot} = \left( 7.64 \times m^{0.69} + Y_2 \left[ \frac{23}{M} - 1 \right] \left[ \frac{57.27 + 0.302 \times m}{1 - 0.171 \times Y_2} \right] \right) \times [12 \times 10^{-3} \times (20 - T_{in}) + 1]$$

..... (C.4)

式中：m——牛平均体重，kg；  
 $Y_2$ ——体重日增长量，一般为 0.7~1.1kg/天；  
M——饲料能量，MJ/kg 干饲料（粗饲料一般为 10 MJ/kg 干饲料，  
精饲料一般为 11~12 MJ/kg 干饲料）；  
 $T_{in}$ ——牛舍内部温度，℃。

### C.4 蛋鸡

#### C.4.1 笼养蛋鸡

笼养蛋鸡代谢产热系数计算公式见式 (C.5)。

$$\varphi_{tot} = 6.28 \times m^{0.75} + 25Y_2 \quad \text{..... (C.5)}$$

式中：m——蛋鸡平均体重，kg；  
 $Y_2$ ——产蛋量，kg/天（商品蛋鸡一般为 0.050kg/天，保种蛋鸡一般为 0.040kg/天）。

#### C.4.2 圈养蛋鸡

圈养蛋鸡代谢产热系数计算公式见式 (C.6)。

$$\varphi_{tot} = 6.8 \times m^{0.75} + 25Y_2 \quad \text{..... (C.6)}$$

式中：m——蛋鸡平均体重，kg；  
 $Y_2$ ——产蛋量，kg/天（商品蛋鸡一般为 0.050kg/天，保种蛋鸡一般为 0.040kg/天）。

### C.5 肉鸡

肉鸡代谢产热系数计算公式见式 (C.7)。

$$\varphi_{tot} = 10.62 \times m^{0.75} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：m——肉鸡平均体重，kg。

## 6.8 关于“质量保证与质量控制”

### 6.8.1 封闭式栏舍

氨气的测定依据《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》(HJ 534) (10 质量保证和质量控制) 部分执行。

### 6.8.2 开放式栏舍

氨气的测定依据 HJ 534 (10 质量保证和质量控制) 部分执行。

二氧化碳的测定依据 GB/T 18204.24 (8.3 干扰和排除) 部分执行。