

国家标准《畜禽粪肥还田有害物质限量》

编制说明 (征求意见稿)

国家标准《畜禽粪肥还田有害物质限量》制定工作组

2024年12月

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等

（一）任务来源

本标准由农业农村部提出，2022 年向国家市场监督管理总局提出标准立项申请。2022 年 12 月，国家标准化管理委员会关于下达《工业机械电气设备及系统 安全要求》等 5 项强制性标准制修订计划的通知（国标委发[2022]13 号），其中包括国家标准《畜禽粪肥还田有害物质限量》的制定任务，计划编号为 20221481-Q-326，由全国畜牧业标准化技术委员会（SAC/TC 274）归口，起草单位为中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、全国畜牧总站等，标准制定首席专家为朱志平研究员，标准制定期限为 24 个月。

（二）标准制定背景

2017 年 6 月国务院办公厅印发了《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》，提出构建种养循环发展机制，全国畜禽粪污综合利用率 2020 年达到 75%以上。根据欧盟等发达国家的经验，畜禽粪污资源化利用的最有效方式是作为粪肥就地就近还田利用，但是为了确保畜禽粪污的科学合理的还田利用，基于养分畜禽制定了严格的标准规范，如美国的粪便综合养分管理计划、欧盟的和谐法则和矿物质计量等标准，在制度、标准和规范上确保粪污的合理利用，同时欧盟等发达国家在粪肥施用上面也开发了先进的粪肥施用机械，粪肥施用方便、及时、高效。在中国，畜禽粪污还田利用存在的主要问题有两点：一是不方便使用，粪肥有效养分不高，施用量大，人工施用成本大，目前还缺乏适合不同区域、不同作物的粪肥施用机械；二是不敢用，部分种植业主对粪肥中残留重金属等有害污染物不熟悉，通过制定有害物质限量标准进行限量，是实现

畜禽粪污安全施用的最有效途径。此外《中共中央办公厅国务院办公厅关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》提出，探索区域农业循环利用机制，实施粮经饲统筹、种养加结合、农林牧渔融合循环发展；把保护生态环境放在优先位置，落实构建生态功能保障基线、环境质量安全底线、自然资源利用上线的要求。《土壤污染防治法》规定，县级以上人民政府有关部门应当加强对畜禽粪便、沼渣、沼液等收集、贮存、利用、处置的监督管理，防止土壤污染。中共中央 国务院《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出加强种养结合，整县推进畜禽粪污资源化利用；深入推进农用地土壤污染防治和安全利用；实施农用地土壤镉等重金属污染源头防治行动。

国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会于2019年12月17日发布了《肥料中有毒有害物质的限量要求》(GB38400-2019)，对商品化的肥料的有毒有害物质提出了限量要求，目前，我国畜禽粪肥还田以商品化有机肥的比例不足10%，绝大部分畜禽粪污无害化处理后就地就近利用，《肥料中有毒有害物质的限量要求》未对就地就近利用的非商品化的畜禽粪肥提出要求。因此，在加快推进畜禽粪肥还田利用的过程中，进一步加强规范化管理，有利于打消种植户使用畜禽粪肥的疑虑，调动畜禽粪肥施用积极性，强化畜禽粪肥进入土壤和食物链有毒有害物质源头控制，更好保障生态环境安全和农作物产品质量安全，迫切需要对这部分畜禽粪肥的安全利用进行规定。

(三) 标准起草过程

1. 开展了标准内容的预研究

畜禽粪污主要污染物有化学需氧量、氨氮、总氮、总磷等常规水污染物，

重金属、抗生素、盐、病原微生物等痕量污染物，氨气、硫化氢、挥发性有机物等有害气体。其中，作为粪肥还田利用过程中，有机质（化学需氧量）、氨氮、总氮、总磷等作为养分被作物吸收，有利于培肥和改良土壤，氨气、硫化氢、挥发性有机物等有害气体主要是贮存和处理过程通过采取减排措施来控制 and 减少向环境排放，目前我国制定的《畜禽养殖场污染物排放标准》（GB 18596-2001），达到该标准就认可达标排放，但粪污还田利用过程中可能对土壤、水体和作物造成危害的主要为重金属、抗生素、盐、病原微生物等痕量污染物。

粪污中的抗生素主要来自饲料中添加的促生长类药物和治疗类药物，根据中华人民共和国农业农村部第 194 号公告要求，自 2020 年 7 月 1 日起，所有饲料中禁止添加促生长类药物，表明以后粪污中残留的抗生素主要来自治疗用药残留，目前的相关研究结果表明，粪污中的残留抗生素在贮存和处理过程中易于分解，抗生素的分解效率一般都在 70%到 90%，在一定的浓度范围内，部分抗生素能够完全降解。

畜禽养殖过程中产生的畜禽粪污中携带的病原微生物主要有四类：病毒（Virus）、细菌（Bacteria）、真菌（Fungi）、原生动物（Protozoa）、蠕虫（Helminths）。按照《病原微生物实验室生物安全管理条例》规定，根据病原微生物的传染性、感染后对个体或者群体的危害程度，将病原微生物分为四类，其中第一类和第二类病原微生物称为高致病性病原微生物，这两类病原微生物需要特殊处理，而第三类病原微生物是一般致病性病原微生物，根据国家标准《粪便无害化卫生要求》（GB 7959-2012）要求，粪便进行无害化处理是减少、去除或杀灭粪便中的肠道致病菌、寄生虫卵等病原体，能控制蚊蝇孳生，防止恶臭扩散，并使其处理产物大爱的土地处理与农业职业化利用的处理技术，在该标准中规定了

蛔虫卵、粪大肠菌值、沙门氏菌、血吸虫卵和钩虫卵等 4 类病原微生物的卫生要求。

近年来畜禽养殖业在我国得到了快速发展，为农业增效、农民增收做出了重要贡献，但是快速发展的畜禽养殖业也为我国环境保护带来了严重的挑战。畜禽粪便无害化处理后作为农业有机肥是解决畜禽粪污资源化利用的主要出路，但是由于饲料中铜锌等重金属添加量较高，导致粪便中的重金属含量过高，直接施用到农田会污染土壤，农业农村部 2017 年-2018 年委托相关单位对全国 12 个省份的 839 家规模养殖场的生猪、奶牛、肉牛、蛋鸡和肉鸡等 5 种主要畜禽粪污中的铜、锌、砷、镉、铅、铬等残留进行了 4 个季度的采样检测，共抽检样品 7267 个，总体上看，六种重金属总的超标率为 18%，主要超标的金属是铜、锌，分别为 46.4%、46.1%，砷样品超标率约为 7.4%，镉、铅、铬样品超标率极低，分别为 3.0%、1.7%、1.9%；此外，农业农村部规划设计研究院于 2017 年调研了全国 21 个省份的堆肥/有机肥厂，共采集堆肥/有机肥样品 263 个，其中以畜禽粪便为原料的 208 个，参照我国有机肥标准（NY/T 525-2021）和德国腐熟堆肥标准，铜、铅、锌、镍、镉、砷、铬 7 种重金属的超标率分别为 35.0%、73.4%、13.3%、16.7%、14.1%、3.19%、3.04%。养殖场在动物饲料和治疗时使用的抗生素和有关的抗性基因也会随粪便排出，这些抗生素和抗性基因如果得不到有效处理和削减，随粪肥施用到农田后对农产品质量和环境安全都会产生不同程度的影响。因此，通过制定粪便还田污染物限量标准，不仅可以确保粪肥的安全施用，减少土壤污染，维护土壤环境质量，也能推进养殖企业从源头减少重金属等有害物质的添加，促进种养循环可持续发展。

2. 成立标准起草工作组

2023年1月，标准承担单位中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所组织成立了标准修订工作组，明确了工作组单位和主要成员，明确了各自的工作任务、时间节点和具体要求。根据农业农村部畜牧兽医局的要求，本标准编制在全国畜牧业标准化技术委员会秘书处的管理下，主要承担单位包括：中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、农业农村部环境保护科研监测所、农业农村部规划设计研究院、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、中国科学院地理科学与资源研究所、生态环境部华南环境科学研究所、牧原食品股份有限公司等7家单位，根据各自的研究优势，进行了任务分工，具体分工情况如下表：

表1 标准起草单位与分工

序号	单位名称	负责起草内容
1	中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所	总负责，牵头抗生素部分，参与重金属标准参数研究
2	全国畜牧总站	标准内容把关和协调
3	农业农村部环境保护科研监测所	牵头重金属限量
4	生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心	牵头卫生学和盐分指标，参与重金属和抗生素
5	农业农村部规划设计研究院	参与重金属和卫生学指标
6	中国科学院地理科学与资源研究所	负责监测方案，参与重金属和卫生学指标

7	生态环境部华南环境科学研究所	参与重金属和抗生素指标
8	牧原食品股份有限公司	提供牧原不同区域相关指标监测数据

3. 参加标准编制培训和标准编制项目推进会

2024年3月25日~28日，标准修订工作组相关成员参加了全国畜牧业标准化技术委员会秘书处在江苏扬州组织的畜牧业领域国家和行业标准编制与能力提升培训班，系统学习了国家标准编制的基本要求和注意事项。并于2024年3月28日参加了全国畜牧业标准化技术委员会组织的2024年在研畜牧业国家标准项目推进会，汇报了本标准制定的进展情况，后续制定计划安排，并按照全国畜牧业标准化技术委员会秘书处的要求，计划于2025年6月份报批的，加快标准的制定进程。

4. 召开了标准编制启动会

2024年4月8日，组织召开了标准编制启动会，进行了标准限量指标与参数确定及任务分工落实，具体分工如上表所列。

5. 国内外相关畜禽粪肥中有害物质影响研究

1) 粪肥重金属污染物影响研究

农田土壤重金属污染来源很多，如大气沉降、污水灌溉、污泥施用、有机肥和化肥的施用等。肥料尤其有机肥在提高农作物产量的同时，也会带入有害的重金属元素。粪肥中的重金属形态一般较为稳定，随粪肥施入到农田土壤后，由于土壤具有较强的吸附与解吸附的能力，易在土壤表层积累，一般情况下不会通过径流或淋溶等方式进入水体，也不会随气体挥发进入大气中，大部分重金属元素在土壤中的性质比较稳定，但当有超过承载能力重金属进入土壤后，比较难在各种生命物质舞动的过程中分解消除，基本不会以其它的形式迁出土

壤，随着重金属的积累，逐渐对土壤理化性质、生物特性和土壤的微生物群落结构产生不良影响，同时，当土壤中的重金属含量超过其承载能力时，这些有害物质将会向植物迁移，当人们食用这些受污染的植物后会造成危害。

根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），农用地土壤污染风险是指因土壤污染导致食用农产品质量安全、农作物生长或土壤生态环境受到不利影响，农用地土壤污染风险筛选值是指农用地土壤中污染物含量等于或者低于该值时，对农产品质量安全、农作物生长或土壤生态环境的风险低，一般情况下可以忽略；超过该值的，对农产品质量安全、农作物生长或土壤生态环境可能存在风险，应当加强土壤环境监测和农产品协同监测，粪肥安全施用限量标准是基于施用量和施用年限的累积量不能超过农用地土壤污染风险筛选值。

我国相关研究人员也对粪肥长期施用后的重金属特性进行了研究，研究结果表明随着有机肥施用量的增加，土壤耕作层中的铜、锌等重金属含量有增大的趋势，长期施用高量有机肥都能累积土壤重金属的环境风险，适量的有机肥和化肥配施，可控制重金属污染；如果有机肥中重金属含量限制不严格，长期施用重金属含量高的有机肥或者粪肥会造成土壤重金属的累积。为防止有机肥中重金属在土壤的累积，相关国家都制定了有机肥料中重金属的限量标准，但是不同国家的限量标准存在很大差异。

2) 长期施肥导致的重金属累积与科学健康风险评估

我国于1995年颁布了《土壤环境质量标准》（GB15618-1995），将土壤分为三级。其中，根据该土壤环境质量标准要求，为保障农业生产和维护人体健康，一般农田、蔬菜地等的土壤重金属含量应执行二级标准。在长期施用肥料

的情况下，由肥料尤其粪肥带入的重金属如何影响土壤环境质量是人们关注的问题。2018年，我国颁布实施了《农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018），基于我国土壤背景值、农用地土壤污染风险管控标准（GB15618-2018）和畜禽粪肥中重金属污染现状，农业农村部规划设计研究院基于部分测定的粪肥中的重金属含量现状情况，采用 Monte Carlo 方法推算出畜禽粪肥安全施用年限，对按最高施用量连续施用有机肥 8.18 年土壤铜超标，7.74 年锌超标，0.24 年镉超标，5.77 年铅超标，12.5 年铬超标，因此有必要制定合理的粪肥中重金属限量标准，确保粪肥施用在 20 年内低于农用地土壤污染风险筛选值。

3) 粪肥中的卫生学指标影响情况

畜禽粪污中的病原菌的暴露和传播途径有两种：直接和间接：

直接暴露途径有：（1）接触粪污；（2）在粪污施用不久的土地（例如，田地、林地、开垦地）行走；（3）在粪污施用不久的土地上处理土壤；（4）在粪污施用过程或者在粪污施用不久后因耕作土地而吸入空气中的微生物（通过气溶胶、尘土等）。

间接暴露途径有：（1）食用因粪污施肥受到病原菌污染的农作物、或食用因接触这些农作物或农工而收到病原菌污染的其他食品；（2）食用受到病原菌污染的牛奶、或食用因放牧在施用粪污的草场或饲喂种植在施用粪污的土地上农作物的动物产品；（3）摄入受到临近粪污施用地点的径流污染的饮用水或景观水体、或摄入因粪污中病原菌迁移到地下水层而受到污染的饮用水；（4）食用或生食来自临近粪污施用地点的水体中受到病原菌污染的鱼；（5）接触在粪

污施肥过程中因啮齿动物、昆虫、其他传病媒介（包括动物或宠物）传播的粪污或病原菌。

4) 粪肥中抗生素残留与去除研究状况

饲料和治疗过程中使用的抗生素绝大部分会随粪便排出，如果得不到有效处理和消减，直接还田会在农田土壤、农作物中进行迁移，影响人体健康和生态环境，目前国内外还没有对畜禽粪便中的抗生素提出相关的限量标准，主要原因有以下两点：

(1) 粪便中的抗生素种类多样，大类有四环素类、氟喹诺酮类、大环内酯类和磺胺类，小类有上百种，但是目前相关检测方法和标准缺乏，以及多少限量会对土壤或农产品产生影响的研究基本处于空白，无法准确的确定其限定值；

(2) 二是粪便和尿液中的抗生素在贮存和处理过程中都能够较大规模的被降解。通过优化处理工艺可是实现抗生素得到充分的降解，在堆肥方面，在探明有机肥料生产过程中抗生素和耐药因子动态变化规律和影响机制的基础上，通过开展温度、高温时间、原料 pH、光照时间、翻堆搅拌频率、辅料类型和辅料添加量等参数优化提出基于多类抗生素同步高效去除的最优畜禽粪便好氧堆肥工艺（初始 pH 5.4-6.5，光照处理时间不少于 60 小时，光照强度 1000-30000 勒克斯，10-20%木屑，堆肥前期隔天翻堆，平均堆温大于 65℃，时间不少于 5 天），30 天内有机肥料中主要抗生素降解率在 80%以上，且该工艺生产的有机肥产品的总抗生素残留浓度比常规工艺降低 63%，其中磺胺类抗生素和四环素抗生素残留浓度分别降低 75%和 67%；在厌氧发酵方面，针对畜禽粪便农田利用可能存在的抗生素残留导致畜禽粪便还田存在一定环境风险的问题，开展了

畜禽粪便中氟苯尼考、泰乐菌素、替米考星三种混合抗生素降解特性研究。研究表明：在实验室条件下（厌氧发酵温度控制为 37℃），当猪粪中氟苯尼考、泰乐菌素浓度分别不超过 75 和 100 mg kg⁻¹ TS⁻¹ 时，经厌氧消化处理后可完全去除猪粪中含有的氟苯尼考、泰乐菌素；但是，混合抗生素中初始浓度为 100、200、300 和 400 mg kg⁻¹ TS⁻¹ 的替米考星则无法经厌氧消化完全去除，其去除率分别为 92.6%、89.5%、91.2% 和 90.2%。

5) 粪肥中的盐分对土壤和作物的影响

盐分在土壤中大量累积可导致土壤中粘土颗粒的膨胀和分散，土壤渗透性下降，有效水容量和入渗速率降低；土壤溶液浓度过高，使作物周边的渗透压升高，降低作物根系和叶片的水势梯度，阻碍作物发育，盐分聚集还会诱发作物营养失调，产生某种离子的毒害作用。

有关研究以施肥量较大的设施栽培土壤全盐量变化居多，相比大田，设施菜地常年或季节性覆盖改变自然状态下水热平衡，缺少雨水的淋洗，盐分随水分向上运动，表现出盐分在表层土壤累积特征；设施菜地 K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻、Cl⁻、NO₃⁻ 含量均显著增加，大田土壤水溶性盐分总额为 1.585g/kg，而设施土壤是其 1 倍；研究显示温室大棚年施用 30-100t/hm² 的干粪，一般种植 5 年左右就会出现土壤次生盐渍化影响作物生产的问题。沼液连续施用也造成土壤中盐基离子数目的大量增加，在钠质化土壤中团聚体和粘粒的分散导致土壤大孔隙和小孔隙的崩塌，从而阻碍气体和水分的运动，导致土壤干燥时强度增大、灌溉时水分不易入渗，与此相关联的土壤管理问题包括渍水、侵蚀、排灌渠道滑塌、播种困难和植物生长不良等。

从土壤盐分组分看，沈灵凤等研究表明施肥可导致设施土壤耕层水溶性盐

分离离子组成发生变化，这与施用的肥料种类、组成密切相关。不同施肥条件均导致设施栽培土壤盐分离子明显变化， K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 均显著高于未施肥土壤，有机肥、无机肥配施情况下增幅最大，而土壤 HCO_3^- 的含量在施肥条件下低于未施肥土壤，其中无机化肥处理的土壤 HCO_3^- 的含量显著低于未施肥的土壤。单施有机肥的表土（0-10cm）土壤水溶性 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 含量明显高于单施无机化肥的情况，说明有机肥对土壤水溶性 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 贡献较大，大量施用有机肥可导致土壤 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 累积；经 3.5 年长期施肥，单施有机肥的土壤 Na^+ 、 Ca^{2+} 所占比重有一定程度的下降， K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 所占比重皆有不同程度的上升，其主要的阳离子与阴离子分别为 Na^+ 、 NO_3^- ，分别占全盐量的 9.62%、23.85%；施用有机肥和无机氮肥皆可造成土壤 NO_3^- 含量显著升高，以致 NO_3^- 在土壤中累积。

从土壤盐分含量与施肥量的相关关系看，研究表明有机肥施用量与土壤盐分累积无正相关关系，土壤盐分含量受降水、淋洗、作物移除等多种因素影响，鸡粪表现不同，与化肥处理相比，虽然施用鸡粪降低了土壤含盐量，但使用量越大，盐分含量也有升高趋势[3]。在施氮量相同情况下，单施无机化肥比有机无机配合施肥更易在造成盐分在表层土壤中累积，而单施有机肥时，土壤盐分累积最少，可能是由于施用有机肥，养分释放慢，而且形成的矿质—有机复合体有利于增加土体对盐分的缓冲性，有利于稳定土壤的盐分含量[13]。从土壤剖面盐分含量看，研究表明设施土壤 0~150cm 土层中，随着土壤深度的增加，各类肥料处理条件下的盐分含量下降，在 20~40cm 深度处，下降缓慢或有一定程度上升，之后迅速降低。

6. 形成标准征求意见稿

标准编制工作组在相关研究的基础上，结合目前国内已发布相关标准中涉及有机肥料污染物限量情况进行了整理分析，基于新修订的《畜牧法》和国务院办公厅印发的《关于促进畜牧业高质量发展的意见》等法律法规的要求，参阅了其他相关法律法规、环保政策、同类型标准和部分科技文献，对收集的技术资料进行了综合分析，充分考虑了全国不同地区的畜禽养殖环境保护、畜禽养殖场环境质量要求、畜禽养殖污染防治政策和粪污资源化利用的发展趋势，在综合分析的基础上，形成了《畜禽粪肥还田有害物质限量》标准文本的征求意见稿和编制说明征求意见稿。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）标准制定原则

规范性原则。标准的编写工作严格按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T1.1—2020）的规则和有关畜牧业高质量发展的政策法规、标准进行编制，参照现有的强制性标准的内容进行编写。

承前启后的原则。该标准修订是随我国畜禽规模化养殖快速发展、畜禽养殖环境质量要求、畜禽养殖废弃物资源化利用有关政策文件要求而进行的，制定的标准一定要有力促进种养循环绿色发展，但是也需要保障土壤健康和农产品质量安全。

适用性和先进性相结合的原则。标准涉及的技术内容首先要保障其适合于我国规模化养殖场环境管理和环境质量评价的实际条件，但同时应具有一定的先进性，既保证通过努力可以实现，又留有一定的发展空间，以利于推动畜禽

粪肥科学管理，促进畜牧业高质量发展。

(二) 主要内容及确定依据

1 范围

本文件规定了以畜禽粪污为原料经无害化处理后作为粪肥还田时的有害物质限量指标、取样、检测方法和监测频率。

本文件适用于畜禽粪污无害化处理后作为非商品化、就地就近农田利用的畜禽粪肥，包括固体粪肥、液体粪肥中有害物质控制。

依据和理由：

基于本标准规定的是畜禽粪污无害化处理后作为粪肥就近就地还田有害物质限量，主要规定了与限量相关的重金属、盐分和主要卫生学指标值，固体和液体粪肥样品的取样，与限量相关的样品检测方法，并规定了监测频率等。

由于 GB38400 已经规定了各种工艺生产的商品肥料的有害物质限量指标，为了有效区分和监测范围的覆盖，本标准的适用范围为畜禽粪污无害化处理后作为非商品化、就地就近农田利用的畜禽粪肥。

2 规范性引用文件

GB/T 19524.1 肥料中粪大肠菌群的测定

GB/T 19524.2 肥料中蛔虫卵死亡率的测定

GB/T 23349 肥料中砷、镉、铅、铬、汞生态指标

GB/T 24875 畜禽粪便中铅、镉、铬、汞的测定 电感耦合等离子体质谱法

GB/T 25169 畜禽粪便监测技术规范

GB/T 27522 畜禽养殖污水监测技术规范

GB/T 34764 肥料中铜、铁、锰、锌、硼、钼含量的测定 等离子体发射光谱法

NY/T 525 有机肥料

NY/T 3787 土壤中四环素类、氟喹诺酮类、磺胺类、大环内酯类和氯霉素类抗生素含量同步检测方法 高效液相色谱法

HJ/T 51 水质 全盐量的测定 重量法

依据和理由：

上述规范性引用文件主要依据本标准所规定的相关有害物质限量指标的测定方法，涉及的固体粪肥和液体粪肥的采样监测方法，由于目前专门用于畜禽粪肥的检测方法较少，本标准目前依据的方法主要还是肥料、土壤或水质中的相关测定方法，本标准在实施过程中，如果有畜禽粪肥相关的检测方法发布实施，建议本标准也定期进行修订。

3. 术语与定义

固体粪肥 solid manure fertilizer

以畜禽固体粪污为主要原料，经过好氧或厌氧发酵无害化处理和腐熟后，作为固态使用的肥料。

液体粪肥 liquid manure fertilizer

以畜禽液态粪污为主要原料，经适当物理、化学、生物等无害化处理和腐熟后，作为液体使用的肥料。

依据和理由：

本标准主要规定了畜禽粪肥还田的有害物质限量，而畜禽粪肥从形态上分类主要包括固体和液体，由于固体和液体粪肥在施用量或养分含量上存在较大差异，因此，有必要对两种形态的粪肥进行术语定义，同时规定了粪肥原料来源为畜禽粪污，要求经过生物、化学或物理处理后达到无害化或腐熟后，可以还田的粪肥，也避免监测人员采集的样品为养殖场未经处理的畜禽粪污样品。

4 限量要求

4.1 污染物指标

粪肥还田时，其污染物的浓度限值应满足表2的要求。

表 2 粪肥还田时有害物质的浓度限值

序号	控制项目	固体粪肥	液体粪肥
1	总镉/(mg/kg, mg/L)	≤3	≤0.06
2	总汞/(mg/kg, mg/L)	≤2	≤0.5
3	总铅/(mg/kg, mg/L)	≤50	≤1.6
4	总铬/(mg/kg, mg/L)	≤150	≤1.9
5	总砷/(mg/kg, mg/L)	≤15	≤0.4
6	总锌/(mg/kg, mg/L)	≤2700	≤65
7	总铜/(mg/kg, mg/L)	≤600	≤15
8	全盐量/(g/kg, mS/cm)	≤10	≤3
9	十霉素/(ug/kg, ug/L)	≤20.0	≤200.0
10	沙氟沙星/(ug/kg, ug/L)	≤25.0	≤250.0
11	环丙沙星/(ug/kg, ug/L)	≤30.0	≤80.0
12	恩诺沙星/(ug/kg, ug/L)	≤20.0	≤50.0
13	磺胺噻唑/(ug/kg, ug/L)	≤5.0	≤10.0
14	磺胺二甲嘧啶/(ug/kg, ug/L)	≤40.0	≤200.0

注：固体粪肥单位为 mg/kg, g/kg, ug/kg 液体粪肥的单位为 mg/L, ug/L；全盐量固体以 g/kg，液体以 mS/cm 表示

依据和理由：

1) 重金属

包括 4 类粪肥的总镉、总汞、总铅、总铬、总砷、总铜和总锌的浓度限值，主要抗生素的浓度限量。本次标准制定过程中将根据典型土壤的各类重金属的土壤背景值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》标准中的农用地土壤污染分险筛选值的差值，基于土地承载力的养分需求量，按照粪肥的最大施用量和施用年限测算土壤环境容量，并与现有标准限值进行比较，确定各类粪肥的重金属限量。同时，参考借鉴国内外已有的研究成果，在调查与长期定位试验的基础上，以科学数据为依据，由多个部门联合制定适合我国国情的畜禽粪

肥重金属限量标准，微生物限量指标与国家标准《粪便无害化卫生要求》标准值一致。

(1) 固体样品限量值

固体粪肥的样品取值参考现有标准中对肥料和农用污泥等的限量，其中总镉、总汞、总铅、总铬、总砷取值选择现有标准中的最严值（有机肥料 NY/T 525-2021）和 GB 38400 的限量值，3 个农业行业标准取值一致，有关标准的取值见表 3。而对于铜和锌指标，在有机肥料等相关标准中没有，本标准采用了 GB25246-2010 中规定的 pH 值在 6.5-7.5 之间的中性土壤的推荐值。

表 3 我国有关粪肥的重金属限量标准(mg·kg⁻¹，干基)

项目	GB 4284-2018 农用污泥污染物 控制标准		GB/T 25246-2010 畜禽 粪便还田技术规范		GB/T 18877- 2009 有机- 无机复 混肥料	GB/T 23349-2009 肥料中砷、 镉、铅、铬、 汞生态指标	NY/ T 525- 2021 有机 肥料	NY 884-20 12 生 物有机 肥	NY/T 798-201 5 复 合微生 物肥料
	A 级污 泥产物	A 级污 泥产物	堆肥	沼气肥					
总镉	< 3	< 15			≤10	≤10	≤3	≤3	≤3
总汞	< 3	< 15			≤5	≤5	≤2	≤2	≤2
总铅	< 300	< 1000			≤150	≤200	≤50	≤50	≤50
总铬	< 500	< 1000			≤500	≤500	≤150	≤150	≤150
总砷	< 30	< 75	pH 6.5 6.5~7.5 7.5 = 30~50 30~50 30~50			≤50	≤50	≤15	≤15
总锌	< 1200	< 3000	pH 6.5 6.5~7.5 7.5 =500~2000 700~2700 900~3400						
总铜	< 500	< 1500	pH 6.5 6.5~7.5 7.5 =85~300 170~800 170~800						

(2) 液体样品限量值

目前还没有相关标准对液体粪污或液体粪肥还田利用的重金属限量值，部分指标取值选择了《农用沼液》国家标准中规定的限量值，对于目前没有规定的指标值，本标准基于固体粪便还田利用的限量值进行折算获得，折算方法是按照粪

肥中等量中 N 养分还田量进行测算，测算步骤如下：

(a) 明确固体粪便和尿液中的 N 养分含量和重金属含量比例关系，一般情况下，固体粪便和尿液中的氮含量比例为 1:1，而重金属含量比例为 95:5。

(b) 明确固体粪便、粪水混合物和肥水的含固率粪便为 70%，4%和 0.5%，按照全量（粪便、尿液和污水混合物）固液分离固体（固体分离效率 90%），肥水（含 10%的固体）的关系确认浓度指标。

(c) 基于带入等量 N 养分的情况下，测算三种重金属带入量，确定不同形式的粪肥重金属限量值。

2) 盐分

我国现行肥料有关标准和技术规范中，《农用沼液》（GB/T 40750-2021）对非浓缩沼液肥料的全盐量提出限值要求，该指标以电导率（mS/cm）表示，分别对沼液叶面施用和地面施用两种施用方式和对用于不同作物提出限量要求；《沼肥》（NY/T 2596-2022）中对沼液肥总盐浓度（以电导率表示）提出统一要求，即 ≤ 3.0 ；《有机肥料》（NY 525）、《复合肥料》（GB15063）、《有机-无机复混肥料》（GB 18877）等标准，将氯离子、钠离子等主要可溶盐组分指标纳入标准，其中《有机-无机复混肥料》（GB 18877）规定 Na^+ 含量不得高于 3%；《复合肥料》（GB15063）要求依据氯离子含量进行标识，未标识“含氯”的产品，氯离子含量（质量分数） $\leq 3\%$ ，当氯离子含量超过 30%时，应标识“高氯”，类似要求也出现在《含氨基酸水溶肥料》（NY 1429-2010）；同时，《肥料合理使用准则 有机肥料》（NY / T 1868）要求将氯、钠作为有害物质纳入安全使用要点，也将盐分作为原料安全性评估纳入《复合肥料》（GB15063）规范性要求，见下表。

表 4 国家或行业肥料标准和技术规范中盐分及其离子含量相关要求

标准或技术规范	编号	指标	限值或技术要求
《农用沼液》	GB/T 40750—2021	总盐浓度(以 EC 值计, mS/cm)	叶面施用, I 类≤1.0、II 类≤1.5、III 类≤1.5 地面施用, I 类≤2.0、II 类≤1.5、III 类≤3.0
《复合肥料》	GB/T 15063-2020	氯离子的质量分数 (%)	未标“含氯”的产品≤3.0%; 标识“含氯(低氯)”的产品≤15.0%; 标识“含氯(中氯)”的产品≤30.0%, > 30%应标识“含氯”(高氯), 标识的产品可不作检验和判定
《沼肥》	NY/T 2596-2022	沼液的技术指标, 总盐浓度(以 EC 值计, mS/cm)	总盐浓度(以 EC 值计, mS/cm) ≤3.0
《有机肥料》	NY/T525-2021	氯离子的质量分数 (%)	同 GB/T 15063-202
《有机无机复混肥料》	GB/T 18877-2020	氯离子的质量分数 (%)	同 GB/T 15063-202
		钠离子含量 (%)	≤3.0%
《肥料合理使用准则 有机肥料》	NY/T 1868-2021	评估内容包括但不限于重金属、抗生素、盐分、有机污染物等。	
《有机肥料》附录	NY/T525-2021	评估类原料安全性评价要求: 沼渣/液(限种植业、养殖业、食品及饮料加工业) 盐分、金属含量等生产工艺说明、检测报告等	

3) 抗生素

目前我国还没有相关标准中提出粪肥中抗生素的限量要求, 由于抗生素不同于重金属和盐分等, 抗生素在处理利用过程中会进行降解, 同时随着在贮存和处理过程中都能够较大规模的被降解。通过优化处理工艺可是实现抗生素得到充分的降解, 表 5 也给出了不同年份的粪便或有机肥中的抗生素含量的测定情况, 结果表明相关的抗生素浓度在逐渐降低的趋势, 尤其是 粪污中的抗生素主要来自饲料中添加的促生长类药物和治疗类药物, 根据中华人民共和国农业农村部第 194 号公告要求, 自 2020 年 7 月 1 日起, 所有饲料中禁止添加促生长类药物, 表明以后粪污中残留的抗生素主要来自治疗用药残留, 目前的相关研究结果表明, 粪污中的残留抗生素在贮存和处理过程中易于分解, 抗生素的分解效率一般都在 70%到 90%, 在一定的浓度范围内, 部分抗生素能够完全降解。本标准目前基于当前全国开展的粪肥监测结果给出推荐值, 下一年度还将重点就抗生素浓

度值进行监测，确保标准给出的限量值具有科学性。

表 5 我国畜禽粪便及有机肥中主要抗生素检出情况

地区/年份	粪便类型	四环素类	氟喹诺酮类	磺胺类	大环内酯类	文章第一作者
		($\mu\text{g}/\text{kg}$)	($\mu\text{g}/\text{kg}$)	($\mu\text{g}/\text{kg}$)	($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
广东/2011	猪粪	-	581.0	4403.9	-	潘伟
海南/2017	鸡粪	159.3	-	-	28.1	潘伟
福建/2013	猪粪	-	148.7	15.1	119.4	潘伟
辽宁/2012	猪粪、鸡粪和奶牛粪	750~22340	380~4460	100~1710	230~350	潘伟
天津/2011	牛粪、鸡粪和猪粪	5.7~124580	2.1~10110	1.6~982	4.2~10.9	潘伟
沈阳/2011	牛粪、鸡粪和猪粪	0.7~1552	1.1~279	0.6~292	0.7~37.1	潘伟
山东/2018	猪粪	9250	1047.5	986.3	54.6	潘伟
全国/2021	羊粪、牛粪、鸡粪和猪粪	50-25000	未检测	未检测	未检测	杨威
南京/2012	有机肥	0-231.6	0~360.6	-	0~33.4	葛锋
全国/2021	有机肥	50~1560	未检测	未检测	未检测	杨威
河北/2019	有机肥	未检测	63~872	未检测	未检测	赵娜
浙江/2020	有机肥	未检测	未检测	0~201.5	未检测	张玉换
上海/2021	有机肥	未检测	未检测	0~608.08	未检测	钱诗颖

4.2 卫生学指标

粪肥还田时，其卫生学指标及限值应满足表 2 的要求。

表 2 粪肥还田时的卫生学指标

序号	控制项目	固体粪肥	液体粪肥
1	蛔虫卵死亡率/%	≥ 95	≥ 95
2	粪大肠菌群数	≤ 100 个/g	$\leq 10^5$ 个/L

依据与理由：

根据《粪便无害化卫生要求》(GB 7959)、《粪便无害化处理技术规范》(GB/T 36195)、《畜禽粪便安全使用准则》(NY/T 1334)等相关要求给出，以上标准中规定液态粪便蛔虫卵死亡率 $\geq 95\%$ ，且已在实际应用中经过实践检验是符合粪肥还田要求的。

本条款中粪大肠菌值指标的确定根据《粪便无害化卫生要求》(GB 7959)等相关要求给出，《粪便无害化卫生要求》(GB 7959)规定了“常温、中温厌氧消

化 $\geq 10^{-4}$ 、高温厌氧消化 $\geq 10^{-2}$ 、兼性厌氧消化 $\geq 10^{-4}$ ”；《粪便无害化处理技术规范》(GB/T 36195)规定“常温沼气发酵 $\leq 10^5$ 个/L、高温沼气发酵 $\leq 10^2$ 个/L”；《肥料中有毒有害物质的限量要求》(GB 38400)规定“ ≤ 100 个/g 或 ≤ 100 个/mL”；《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ 497)《沼肥施用技术规范》(NY/T 2065)中大肠菌群数限量要求均引用《粪便无害化卫生要求》(GB 7959)的规定。

综合以上分析，液体粪肥中的粪大肠菌值还田前应满足《粪便无害化卫生要求》(GB 7959)中的规定。结合沼肥要求规定粪大肠菌群值最宽限量值 $\leq 10^5$ 个/L。因此本标准中采用蛔虫卵死亡率 $\geq 95\%$ 。沙门氏菌、血吸虫卵和钩虫卵属于传染性致病菌，在非疫病流行区不要求监测。

4.3 其他要求

粪肥还田时，固体粪肥年用量累计不应超过 $14 \text{ t/hm}^2 \sim 35 \text{ t/hm}^2$ ，液体粪肥年用量累积不应超过 $100 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \sim 500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

依据与理由：

GB25246 中提供了不同作物粪肥施用量的推荐量，包括 15%、30%、45% 和 60%，且提出规定了单独施用粪肥的施用比例不宜超过总氮养分的 60%，基于该标准，为减少粪肥中的重金属等有害物质在土壤中的累积与在作物中的转移，基于该标准在主粮作物和蔬菜作物中的施用量的最大值（以 60%替代的推荐施用量计算），提出了限量值。

5 采样

5.1 固体粪肥按照 GB/T 25169 的规定采样。

5.2 液体粪肥按照 GB/T 27522 的规定采样。

依据与理由：

上述两个标准为 2023 年新修订发布的畜禽养殖粪污样品的监测技术规范，上述标准都规定了固体或液体粪污在无害化处理后还田利用前采样监测方法，能够保障本标准所采集的样品的规范性，一致性和可比性。

6 试验方法

6.1 总镉

按照 GB/T 23349 或 GB/T 24875 规定的方法进行检测，其中 GB/T 23349 为第一法。

6.2 总汞

按照 GB/T 23349 或 GB/T 24875 规定的方法进行检测，其中 GB/T 23349 为第一法。

6.3 总铅

按照 GB/T 23349 或 GB/T 24875 规定的方法进行检测，其中 GB/T 23349 为第一法。

6.4 总铬

按照 GB/T 24875 或 GB/T 23349 规定的方法进行检测，其中 GB/T 24875 为第一法。

6.5 总砷

按照 GB/T 23349 规定的方法进行检测。

6.6 总锌

按照 GB/T 17138 或 GB/T 34764 规定的方法进行检测，其中 GB/T 17138 为

第一法。

6.7 总铜

按照 GB/T 34764 或 GB/T 7475 规定的方法进行检测,其中 GB/T 34764 为第一法。

6.8 全盐量

按照 HJ/T 51 规定的方法进行检测。

6.9 抗生素类

按照 NY/T 3787 规定的方法进行检测。

6.10 蛔虫卵死亡率

按照 GB/T 19524.2 规定的方法进行检测。

6.11 粪大肠菌群值

按照 GB/T 19524.1 规定的方法进行检测。

6.12 含水率

按照 NY/T 525 规定的方法进行检测。

依据与理由:

主要依据本标准所规定的相关有害物质限量指标的测定方法,涉及的固体粪肥和液体粪肥的采样监测方法,由于目前专门用于畜禽粪肥的检测方法较少,本标准目前依据的方法主要还是肥料、土壤或水质中的相关测定方法,本标准在实施过程中,如果有畜禽粪肥相关的检测方法发布实施,建议本标准也定期进行修订。

7 监测频率

季节性施肥前进行一次抽样检测，固体粪肥样品制成干样后留存每一批次的样品，液体粪肥不留样。

依据与理由：

由于本标准适用范围为非商品化的肥料，涉及的监测面广、量大，无法进行批量产品定期检测，但为保障粪肥有害物质在安全范围以内，本标准规定主要用于抽样检测，同时也根据粪肥样品的保存属性，固体样品要求风干后进行留存，可重点监测粪肥样品的中重金属和盐分等有害物质，但是对于液体样品，存在保质期等因素，本标准规定了及时抽样后按照有关液体粪肥的采样监测技术规范，在规定时间内进行检测分析，且样品不留样。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

按照计划，依据该标准所涉及的参数，将于2025年开展一次不同区域、不同畜禽粪肥样品的抽样监测，基于监测数据验证本标准制定参数的科学性和可行性，相关内容计划在标准审定签提供。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

1. 国外畜禽粪肥重金属限量要求情况

表6为国外畜禽粪肥产品中重金属铅(Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr)、砷(As)、铜(Cu)、锌(Zn)、镍(Ni)8种重金属做出的限定，除以上8种重金属外，有些标准对钼(Mo)、钴(Co)等重金属也有限制。根据用途不同，欧盟将堆肥分为生态标准、有机耕种及土壤改良剂三类；加拿大将堆肥分为A

类和 B 类；中国台湾分为畜禽粪便堆肥、一般堆肥及杂项堆肥；中国香港分为有机耕种、普通农业标准及非农业用途，而我国堆肥标准未按用途进行分类限定。可以看出，各国对相同重金属的限制值不尽相同，我国相比主要国家级地区对重金属 Pb 的标准限制值最为严格，含量限制在 $50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以下，部分国家未对主要的 8 种重金属全部作出限制。

表 6 国外堆肥重金属限量对比分析

地区		重金属含量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$							
		Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	Ni
日本			100		5	500	50	2	300
韩国		500	150	900	5	300	5	2	50
澳大利亚		200	200	250	3	400	20	1	60
欧盟	生态标准	100	100	300	1	100	10	1	50
	有机耕种	70	45	200	0.7	70		0.4	25
	土壤改良剂	100	100	300	1	100		1	50
德国		100	150	400	1.5	100		1	50
英国		200	200	400	1.5	100		1	50
美国		1500	300	2800	1.5	100			
加拿大	A 类	100	150		3	210	13	0.8	62
	B 类	757	500		20	1060	75	5	180

2. 国外相关标准中关于病原微生物限量情况

1) 粪大肠菌群数

目前，已查明粪便中可引起寄生感染的(从动物到人)微生物约有 150 种，例如，汉堡包中发现大肠杆菌 O157:H7,在冰淇淋和鸡蛋中发现沙门氏菌，相关的研究结果表明，这些食品中病原菌的污染与畜禽排泄物有关，所以世界上许多国家密切关注畜禽粪便中致病微生物的浓度和处理方法。畜禽粪便中的病原菌(Pathogen)主要有四类：病毒(Virus)、细菌(Bacteria)、原生动物(Protozoa)、蠕虫(Helminths)。畜禽粪便中病原菌数量见表 7。

表 7 畜禽粪便中病原菌数量

粪便种类	类大肠杆菌群	粪便链球菌	沙门氏菌
猪尿	$2.4 \times 10^3 - 1.1 \times 10^6$	$9.3 \times 10^3 - 4.5 \times 10^5$	1.5×10^3
牛尿	$4.5 \times 10^2 - 1.5 \times 10^6$	$4.5 \times 10^2 - 9.5 \times 10^5$	-
养殖场泥浆	$6.3 \times 10^4 - 1.0 \times 10^7$	2.7×10^7	-
牛粪(干基)	$1.9 \times 10^6 - 6.8 \times 10^6$	-	-
奶牛粪(干基)	$2.0 \times 10^5 - 1.0 \times 10^7$	-	-
新鲜牛粪	1.0×10^9	-	1.0×10^9
新鲜羊粪	6.0×10^6	6.6×10^5	-
新鲜马粪	9.4×10^4	6.3×10^6	-
新鲜鸡粪	$1.4 \times 10^3 - 1.3 \times 10^6$	$6.2 \times 10^5 - 1.9 \times 10^8$	-

(数据来源: Bicudo and Goyal, 2003; 姚志远, 2015)

2) 美国畜禽粪便农用标准中采用的病原菌指标

美国联邦政府在 1972 年颁布的《清洁水法》(the Clean Water Act) 是所有有关污染物排放的基础法案，该法案规定不经美国环境保护署(EPA)批准，

企业不得向任何水域排放任何污染物，它第一次将畜禽养殖场列入污染物排放源。其他诸如《联邦水污染法》、《污水农用标准》(Land Application of Domestic Septage to Non-Public Contact Sites)、《CNMP 计划》(Comprehensive Nutrients Management Plan)、《动物排泄物标准》(National Pollutant Discharge Elimination System) 等法案标准都对畜禽粪便的存放、运输、管理、施用有明确规定。而美国环保署(United States Environmental and Protection Agency (USEPA))在《病原菌控制与载体控制》(Control of Pathogens and Vector Attraction) 法案中明确规定了大肠杆菌和沙门氏菌的阈值，该法案分为 A 和 B 两级：其中，A 级规定固体的畜禽粪便经堆肥处理后，大肠杆菌含量必须<1000 MPN/g。

3) 欧盟畜禽粪便农用标准中采用的病原菌指标

欧盟制定的有关畜禽养殖污染防治的重要指令，如：①水框架指令 (2000/60/EC)：要求成员国在其所有规定的流域设立并达到良好生态状况的水质目标，并识别确认现有基本的和辅助的措施来控制点源污染和扩散性污染。②污染预防和控制综合指令 (96/61/EEC)：规定在设施启动前，经营者必须提供相关能力证明以取得许可证。还有《欧共同体硝酸盐控制标准》、《农村发展战略指南 (2007-2013 年)》等法令。由于这些法案中都没有具体规定病原菌浓度，因此，欧盟中各成员国根据本国情况制定了明确的对畜禽粪便经堆肥处理后的病原菌限制浓度 (表 8)。

表 8 欧盟部分国家有关畜禽粪便中病原菌浓度的标准

国家	法律名称	大肠杆菌 (<i>E. coli</i>)
比利时	VLACO	对畜禽粪便处理过程的时间和温度

		做限制
捷克	Biowaste Ordinance	< 1000 CFU/g
丹麦	Biowaste Ordinance	< 100 CFU/g FM
法国	NFU 44-051	< 100 CFU/g
德国	Biowaste Ordinance	N/A
意大利	Fertilizer law	< 1000 CFU/g
斯洛文尼亚	Decree on the treatment of biodegradable	N/A
西班牙		< 1000 CFU/g
英国	Wastes and Resources Action Program (WRAP)	≤1000 CFU/g

(数据来源: Saveyn and Eder,2014, Christy E et al. (2016))

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准修订不涉及国际标准的采用。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

GB38400-2019肥料中有毒有害物质的限量要求只针对商品化的肥料的有毒有害物质提出了限量要求，但是未对量大面广的就地就近利用的非商品化的畜禽粪肥提出要求。同时本标准与NY 884-2012生物有机肥、NY/T 525-2021有机肥料、NY/T 798-2015复合微生物肥料中关于中重金属含量的规定一致。GB/T 36195-2018畜禽粪便无害化处理技术规范中规定了蛔虫卵、粪大肠菌群数、钩虫卵等

三个卫生学要求，本标准按照GB 7959-2012 粪便无害化技术要求，限量标准中增加沙门氏菌的卫生学要求

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在修订过程中没有出现重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

经查，未识别到与本标准技术内容有关的专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准为首次制定，由于涉及的参数可能不能完全具有代表性，建议加大粪肥还田的监测评估，如有参数不合适，长期施用后导致土壤或农产品质量中有害物质超标等情况时，建议及时修订和调整相关限量指标。

十、其他应予说明的事项

本文件没有其它应予说明的事项。