

制定《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》 国家标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化管理委员会国标委发〔2024〕50号《国家标准化管理委员会关于下达2024年第八批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》的要求,2025年12月完成制定《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》国家标准,计划编号:20243168-T-606。本文件由全国废弃化学品处置标准化技术委员会归口。

（二）制定背景

《国家标准化发展纲要》提出“筑牢产业发展基础,加大产业技术基础标准建设,加大基础通用标准的研制和应用力度。”“持续优化生态系统建设和保护标准。”“筑牢绿色生产标准基础,不断完善资源循环利用,产业废弃物综合利用等标准”等要求。《废弃危险化学品污染防治办法》(国家环境保护总局令 第27号)第五条中提出“国家鼓励、支持采取有利于废弃危险化学品回收利用活动的经济、技术政策和措施,对废弃危险化学品实行充分回收和安全合理利用。国家鼓励、支持集中处置废弃危险化学品,促进废弃危险化学品污染防治产业化发展”。《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》发改环资〔2021〕381号指出“以全面提高资源利用效率为目标,以推动资源综合利用产业绿色发展为核心,加强系统治理,创新利用模式,实施专项行动,促进大宗固废实现绿色、高效、高质、高值、规模化利用,提高大宗固废综合利用水平,助力生态文明建设,为经济社会高质量发展提供有力支撑。”

据统计,大宗固废累计堆存量约600亿吨,年新增堆存量近30亿吨,其中,赤泥、磷石膏、钢渣等固废利用率仍然不高。2022年,在《排放源统计调查制度》确定的统计调查范围内,全国工业危险废物产生量为9514.8万吨,利用处置量为9443.9万吨。

废弃化学品是石化、化工行业等生产及使用过程中产生的废弃物,包含多种废渣、废液、废气等以及其包装物。其中赤泥、磷石膏、尾矿等属于其中最大宗的废弃物。废弃化学品的处理处置是解决化工和石化行业“后顾之忧”的关键环节。该类废弃物的合理处置与无害化消纳是石油、石化、化工等工业和环境治理等关注的重点。

废弃化学品种类繁多,有很大一部分具有回收利用价值,在收集和贸易结算中均需要对其中的有价元素进行测定,很多指标中都包含干燥减量(或水分)指标。目前可以参考的只有《铁矿石 交货批水分含量的测定》(GB/T 10322.5)标准,且其中的干燥温度只考虑105℃空气干燥,对于含挥发和半挥发物质较多的废弃化学品不适用。

废弃化学品物化处置过程,很多工艺,如焚烧,水泥窑利用等,均需要测定干燥减量或灼烧减量。现有标准《磷石膏的处理处置规范》(GB/T 32124)、《磷尾矿处理处置技术规范》(GB/T 38104)、《含铜污泥处理处置方法》(GB/T 38101)等大宗废弃化学品处置技术中均对干燥减量(或含水率)等提出控制要求。废弃化学品目前的安全填埋处置,卫生填埋处置等过程中均对相关处置物提出水分要求或干燥减量要求。

灼烧减量主要针对废弃化学品的火法处置、焚烧处置、协同处置等,上述原料配伍中,有机质的含量是配伍的主要指标,也是必测指标;目前没有统一的测定方法。现行固废标准中的方法灼烧温度只到600℃,部分尾矿以及污泥样品在600℃情况下灼烧完全的时间较长或者灼烧不完全,有必要提高灼烧温度以减少试验时长和提高灼烧完全率;同样处置完的灰渣同样要进行灼减量的测定。

干燥减量以及灼烧减量的测定贯穿废弃化学品处置的贸易、处理回收利用过程以及最终消纳过程等。

目前废弃化学品处置标准化技术委员会围绕废弃化学品资源化利用与安全处置,建立并发布了一系列

废弃化学品处置技术和方法标准，但针对废弃化学品中干燥减量和灼烧减量测定方法标准尚未制定，只能参考相关领域内标准使用，且方法不统一，不利于废弃化学品贸易、资源化利用与安全处置工作开展。综上所述，拟提出制定《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》标准，为废弃化学品资源化利用与安全处置提供基础数据支撑。

（三） 主要起草过程

1、起草阶段

① 起草工作组

主要起草单位有：深圳市艾科尔特检测有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等。

② 分工情况

中海油天津化工研究设计院有限公司负责组织召开标准制定过程中的各阶段工作会议与项目推进的总体协调；起草小组各成员共同负责国外相关标准的查阅、收集和翻译、负责国内相关标准、相关技术资料的查阅及研究等。多方共同协作提供标准方案，试验验证，参加各阶段工作会议，对标准草案进行讨论等。中海油天津化工研究设计院有限公司负责制定标准各阶段相关文件起草编写工作（包括标准草案、编制说明及上报材料等）。

③ 调查研究过程

全国废弃化学品处置标准化技术委员会接到制定《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》国家标准任务后，首先查阅了国内外相关技术资料，并向相关单位发函，进行调查并广泛征求制定标准的意见，并向企业发送制定调查函征集制定标准意见。同时征集起草单位，组建起草小组。

2025年3月19日由起草小组提出了工作组讨论稿，并在天津召开了制定《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》国家标准的工作方案会，会上起草小组经讨论，构建标准的结构。对草案的主要意见和建议如下：

标准范围中间段调整为“本文件适用于在常温下为固态、半固态的废弃化学品干燥减量和灼烧减量的测定”。并查找半固态的定义，写入编制说明；术语中干燥减量的定义删除后半段，与灼烧减量描述一致；恒重的概念调整为“样品烘干或灼烧后，再以1h为时间间隔对冷却后的样品进行2次连续称重，前后差值不超过最终测定质量的0.1%，此时的重量即为恒重。”该概念与HJ 613中概念一致；第四章，取样制样中删除对颗粒度的要求，调整至灼烧减量的章节中；干燥减量确定两个方法，一个是常压的普通的样品；一种是需要减压真空干燥的样品；并简化方法提要中的描述，具体要求放在试验步骤中，对于真空度或者压强的要求以多数真空干燥箱的压力指示表为准；干燥减量的首次干燥时间确定为4h，检验干燥为1h，对水分含量较高的样品可适当延长时间；干燥减量在2.00%或1.00%以下可不进行检查性干燥的描述是否放到标准中或者放到编制说明中去，并指明出处；关于真空干燥的温度和压力，在描述中给出一个常用的参考温度和压力，如 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ， $60\text{kPa} \sim 70\text{kPa}$ ，在条文中加注，也可以根据主要成分性质进行选择，给出选择范围，如“注：干燥温度可根据已知废弃化学品主成分性质选择 $40^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间合适温度，真空度选择 $10\text{kPa} \sim 70\text{kPa}$ 合适压力，记录应说明选择温度与压力并说明原因。”以试验数据为基础，确定干燥减量的平行试验差值；灼烧减量测定章节，给出常用灼烧减量温度，最高不超过 1050°C ；分析步骤中，要求先按照第5章测定干燥减量后，称量1g-5g试样，并处理至粒度小于2mm后进行灼烧减量测定。有机物含量较高的，要先碳化，此处理要求加盖，碳化后再进行灼烧，灼烧过程中要求半开盖或者开盖灼烧；与干燥减量的描述一致，在条文中说明常用的灼烧温度，在注解中给出可选在温度范围；灼烧减量的平行差依据试验验证确定。

会后标准起草小组就会会议讨论内容认真修改完善标准草案，出具试验方案，开展试验验证工作。

2、标准征求意见阶段

起草小组对征求意见稿认真修改后提出送审稿件。

3、标准审查阶段

。审查上述标准投票结果均获得全体委员四分之三以上赞成票，通过本标准的审查。

4、报批阶段

标准起草小组按照审查会议要求，认真修改了标准送审稿，并于 11 月底提出标准报批稿及附件等，并提出报批。

二、 国家标准编制原则、标准体系和确定国家标准主要内容

（一） 国家标准编制原则

- ① 积极采用国际标准和国外先进标准的原则；
- ② 有利于促进技术进步，提高无机盐产品中总碳及总有机碳水平的原则；
- ③ 利于保护生态环境及人身安全、合理利用资源，提高经济效益的原则；
- ④ 遵循科学性、先进性、统一性。

（二） 标准体系

本文件在体系表编号为：本标准属于全国废弃化学品处置标准化技术委员会体系中的“03 方法-01 分析方法”范畴，体系编号为“01-294-03-01-48”。

（三） 确定国家标准主要内容及确定的论据

1、国内外标准情况查阅：

针对废弃化学品干燥减量和灼烧减量测定方法，目前没有对应的国内、外标准。国内相关标准对于干燥减量测定方法主要有常压干燥法与真空干燥法，另外还有热重法、微波水分测定仪法、红外水分测定仪法。干燥环境有空气介质、氮气或其他气体介质。常压干燥温度选择 105℃较多，其余有 103℃，101℃~105℃，105℃~110℃，110℃，150℃，80℃~200℃等。减压干燥法温度选择 50℃，60℃，80℃，真空度 13kPa，40kPa~53kPa，64kPa~71kPa。干燥减量称谓有水分、含水率、质损量、水分及挥发物含量等。国内标准对灼烧减量温度选择有 550℃，600℃，650℃，800℃，800℃~810℃，850℃，950℃，1000℃，1025℃，1050℃等。

干燥减量或水分相关国内标准：

《制盐工业通用试验方法 水分的测定》GB/T 13025.3-2012，干燥失重法测水分：80℃~200℃之间的某一温度；灼烧法测水分：600℃±20℃（需校正灼烧中氯化镁分解为氧化镁）。

《固体废物 水分和干物质含量的测定 重量法》HJ 1222-2021，（105±5）℃，烘箱 105℃±5℃。（不适用于挥发性有机物的固废样品）

《铁矿石 交货批水分含量的测定》（GB/T 10322.5 修订中）（105±5）℃，烘箱 105℃±5℃。（不适用于挥发性有机物的样品）

灼烧减量相关国内标准：

《铁矿石 灼烧减量的测定 重量法》GB/T 6730.68-2009，（1000±25）℃灼烧减量。

《固体废物 有机质的测定 灼烧减量法》HJ 761-2015，（600±20）℃灼烧失重量作为有机质含量。（适用于农业废物、生活垃圾、餐厨废物等固体废物中有机质含量的测定）

国外相关标准：

ASTM E1868-10(2021)Standard Test Methods for Loss-On-Drying by Thermogravimetry 热重法干燥失重的标准测试方法（方法的适用温度范围一般在环境温度和 1000℃之间）

ISO 11536: 2015 Iron ores - Determination of loss on ignition - Gravimetric method 铁矿石-灼烧失重的测定

-重量法(在 1000℃下氧化铁矿石的质量损失, 适用于 1.0 %至 10.0 %)

ISO 3087: 2020 Iron ores - Determination of the moisture content of a lot 铁矿-一批中含水量测定

该标准没有对应的国际标准或国外先进标准。

2、制定标准依据

- ① 结合国内外文献及国内目前相关标准中的测定方法;
- ② 企业应用的实际情况;
- ③ 各实验室试验验证情况;
- ④ 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》的规定起草标准文本。

(四) 国家标准主要内容

本标准主要内容有术语与定义、一般规定、原理、测定方法、结果与计算、精密度等。

1、范围

本标准适用于在常温下为固态、半固态的废弃化学品干燥减量和灼烧减量的测定。废弃化学品中包含多种污泥状废弃物, 如电镀污泥、工业废水处理污泥、硼泥、磷石膏、赤泥等, 其中很多属于半固态, 所以在范围中设定为固体、半固态。

由于废弃化学品的特殊性, 本标准不适用于废弃爆炸品、废弃易燃化学品、废弃放射性化学品。

2、术语

术语中对“灼烧减量”和“干燥减量”“恒重”的概念进行了规范。

干燥减量: 干燥减量是指废弃化学品在规定的条件下, 经干燥后减少的质量, 一般以百分率表示, 主要是指水分、部分或全部结晶水、也包括其他挥发性的物质。

灼烧减量: 灼烧减量是指废弃化学品在规定的条件下, 经过预干燥恒重后再经高温灼烧后减少的质量, 以百分率表示。

恒重: 恒重的概念在涉及干燥减量或灼烧减量的标准中的概念各异, 有干燥后或者灼烧后两次称量不超过 3mg、0.3mg、100mg、0.05%、0.1%、1%等多种选择, 其中在产品中的要求明确且严格, 集中在 3mg、0.3mg 等, 用于处理处置环保类标准中则比较宽松, 一般设定在 1%, 如《固体废物 水分和干物质含量的测定 重量法》HJ 1222-2021 等。用于大宗贸易的, 如铁矿石等要求在 0.05%左右。

结合废弃化学品种类繁多, 可为单纯物质或混合物, 参照后续处理处置方法等, 对恒重的概念进行了规定, 试样干燥或灼烧后, 再以 1 h 为时间间隔对冷却后的样品进行两次以上连续称重, 直到相邻两次称量的质量差的绝对值不大于 0.02 g, 即为恒重。

3、取样与样品处理

成分明确的废弃化学品按照相应的产品标准进行取样、制样; 成分未明或混合物按 GB/T 33057 中规定的方法进行取样制样。

4、干燥减量测定

(1) 干燥减量

干燥减量根据废弃化学品的种类, 拟确定两种方法, 一种为常压 105℃±2℃干燥至恒重, 具体步骤见标准描述。一种为减压真空干燥, 温度和压力根据实际测定试样确定, 如没有特殊要求, 则选择真空干燥箱内压力 10 kPa~70 kPa, 同时加热至所需温度 40℃~70℃之间。

目前查阅到的相关标准和要求如表 1:

表1 干燥减量在现行标准中的要求

序号	标准名称	描述
1	GB/T 30361-2013 农药干燥减量的测定方法	干燥减量分为“加热 1h 的干燥减量”（5g 试样 105℃±2℃至恒重）和“高于室温真空条件下的干燥减量”（5g，研磨后，指定温度指定压力下 2h 至恒重）。
2	HG/T 3066-2008 橡胶配合剂 沉淀水合二氧化硅 干燥样品灼烧减量的测定	干燥后试样 2g，1000±25℃，灼烧 2h 后重复灼烧（每次 30min）直至两次称量之差不超过 3mg。
3	GB/T 6284-2006 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法	粉碎至2mm以下，105℃±2℃至恒重。
4	GB/T 10322.5 铁矿石 交货批水分含量的测定	5kg取样量的情况下最大粒度在10mm~22.4mm，105℃干燥4h，然后再干燥1h后称量，直至两次称量差值不大于0.05%。
5	GB/T 6435-2014饲料中水分的测定	5g试样，干燥4h，后检验干燥30min，两次称量值变化小于等于试料质量的0.1%；大于0.1%，则重复干燥2h，，变化大于0.2%则使用减压干燥法。减压干燥法中，减压至13kPa，80±2℃，加热4h，30min间隔检验，直至变化差值小于试样质量的0.2%。
6	GB 5009.3-2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定	利用食品中水分的物理性质,在达到40kPa~53kPa压力后加热至60℃±5℃,采用减压烘干方法4h去除试样中的水分,再通过烘干前后的称量数值计算出水分的含量。

结合废弃化学品行业内的干燥减量的日常做法，确定设置常规的常压干燥和低温减压干燥两种方式：

a 常压干燥

目前废弃化学品处置的常压干燥一般是在 105℃±2℃干燥至恒重，本次标准制定，参照业内要求并给出了水分含量较高试样的处理方法：水分含量较高的试样（大于 60 %），可先将试样烘干 12 h，再以 1 h 为时间间隔进行检查性干燥并称量。

b 减压干燥

废弃化学品中如部分有机物等在 105℃附近可能会被氧化，燃烧等，降低温度，调整真空度等可以保持物料物化性质的前提下测定干燥减量；还有部分无机盐等，在常规干燥过程中可能发生飞溅，导致结果平行性差等问题，也可以通过降低温度，减压情况下，实现干燥，并加快干燥进程。在标准中描述了减压干燥的方法，并未强制性规定压力和温度，企业可以根据物料自行选择，并在结果记录中明确选择此温度和压力的原因等。

(2) 灼烧减量

查阅灼烧减量现行标准中的要求如表2：

表2 现行标准中灼烧减量的要求

序号	标准名称	描述
1	HJ 761 固体废物 有机质的测定 灼烧减量法	研磨至过 0.25mm 孔径筛，1g 试样 105℃±5℃至恒重。0.5g 试样 600±20℃灼烧三小时后恒重。
2	NB/SH/T 0953-2017 催化裂化催化剂 灼烧减量测定法	1g-3g试样，800℃±10℃恒温灼烧1h。直至两次称量结果之差不大于0.0003g。
3	GB/T 7531-2008 有机化工产品灼烧残渣的测定	灼烧温度650℃、750℃、750℃

4	GB/T 6730.68-2009 铁矿石 灼烧减量的测定 重量法	试料在1000℃±25℃灼烧至恒量，根据损失的质量计算灼烧减量。1g预干燥试样，高温炉中1000℃±25℃灼烧1h，反复操作，直至两个连续质量差值不超过0.0003g为止。
5	GB/T 23951-2009 无机化工产品中灼烧残渣测定通用方法	取规定量的样品，置于已在550℃~1200℃温度下灼烧至质量恒定的规定的坩埚或瓷蒸发皿中，缓慢加热，直至样品完全挥发或碳化。在550℃~1200℃的高温炉中灼烧至质量恒定。
6	YS/T 820.26-2012 红土镍矿化学分析方法 第26部分：灼烧减量的测定 重量法	粒度小于160μm，1g试样，1000℃灼烧1h，反复操作至两个连续称量质量减少不超过0.0003g为止。
7	HJ 1024-2019 固体废物 热灼减率的测定 重量法	破碎研磨过1mm试验筛，称取不少于20g试样，干燥至恒重后放入马弗炉，600℃±25℃，灼烧3h后进行检查性灼烧，每次30min，直至恒重。两次称量之差不大于0.02g。

从现行标准看，各类物质的灼烧减量要求各有不同，其中无机化工产品灼烧残渣测定方法中的温度范围最广，从550℃~1200℃。矿石类的一般在1000℃左右。废弃化学品日常检测过程中，主要以有机、无机或有机无机混合物为主，最高灼烧温度一般控制在1050℃。对于一般有机类灼烧温度控制在600℃左右即可，无机类控制在1050℃能够满足要求。

标准中还要求有机物含量较高，会在高温炉中明火燃烧的，一般先加盖碳化然后再开盖灼烧。与干燥减量一样，灼烧温度可根据已知废弃化学品主成分性质选择600℃~1050℃之间合适温度，记录并说明选择温度条件及说明原因等。

5、精密度

测定的精密度参考 GB/T 27417-2017 中附录 B 中的要求，根据组分的测定范围确定实验室内变异系数值。

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

(一) 试验验证分析

(1) 选择废弃化学品处置企业日常需要检测的实际样品进行干燥减量及灼烧减量的测定，样品选择如下图：



图 1 试验样品选择

上述样品以及企业自备样品选择检测结果如表 3、表 4、表 5 统计结果。

表 3 试样干燥减量测定结果统计（1）

采样日期:	2025.4.10					检测日期:	2025.4.22~2025.4.24							
环境条件	温度: 26℃					湿度:	73%							
试样名称及编号	具盖容器质量 (g)			试样质量 (g)	试样与容器质量(g)	干燥后容器与试样质量 (4h)							平行样绝对差	干燥减量平均值
	容器质量 1 (g)	容器质量 2 (g)	质量差值 (g)			第 1 次称量 (g)	第 2 次称量 (g)	第 3 次称量 (g)	第 4 次称量 (g)	质量差值 (g)	最终质量 (g)	干燥减量 (%)		
sample 01 含油污泥 (5%~10%)	72.65	72.65	0.00	15.64	88.29	87.67	87.44	87.18	87.17	-0.01	14.52	7.16%	0.28%	7.0%
	70.86	70.84	-0.02	15.55	86.39	85.82	85.57	85.34	85.32	-0.02	14.48	6.88%		
sample 02 含铝污泥 (60%以上)	73.29	73.28	-0.01	21.21	94.49	78.77	76.57	76.53	76.54	0.01	3.26	84.63%	0.14%	84.6%
	70.64	70.65	0.01	21.98	92.63	77.08	74.09	74.04	74.06	0.02	3.41	84.49%		
sample 03 污泥 (10%~60%)	71.1	71.1	0.00	12.17	83.27	80.1	79.95	79.91	79.91	0.00	8.81	27.61%	0.21%	27.7%
	73.02	73.02	0.00	12.26	85.28	82.05	81.9	81.86	81.87	0.01	8.85	27.81%		
sample 04 焚烧炉渣 (10%~60%)	68.53	68.53	0.00	21.02	89.55	87.03	87.01	87.03	87.01	-0.02	18.48	12.08%	0.23%	12.2%
	67.74	67.72	-0.02	21.52	89.24	86.61	86.6	86.58	86.59	0.01	18.87	12.31%		
sample 05 线路板废粉尘 (小于 5%)	71.63	71.61	-0.02	17.37	88.98	88.87	88.88	88.84	88.87	0.03	17.26	0.63%	0.18%	0.54%
	76.15	76.14	-0.01	17.54	93.68	93.6	93.6	93.59	93.60	0.01	17.46	0.46%		
含镍污泥	75.53	75.53	0.00	24.96	100.49	85.76	83.71	83.70	83.70	0.00	8.17	67.27%	/	67.3%
含铝污泥	74.21	74.2	-0.01	25.3	99.5	84.91	81.25	81.20	81.21	0.01	7.01	72.29%	/	72.3%

表 3 试样干燥减量测定结果统计（2）

采样日期：		/			检测日期：		2025 年 5 月 6 日					
环境条件		温度：20℃			湿度：48%							
试样名称及编号	具盖容器质量（g）			试样与容器 质量（g）	干燥后容器与试样质量						干燥减量（%）	
	容器质量 1 （g）	容器质量 2 （g）	质量差值 （g）		第 1 次称量 （g）	第 2 次称量 （g）	第 3 次称量 （g）	第 4 次称量 （g）	质量差值 （g）	最终质量 （g）		
含油污泥 01	129.9775	129.9778	0.0003	149.9818	148.7842	148.7075	148.6685	148.6615	-0.0070	148.6615	6.60	6.66
	129.3435	129.3433	-0.0002	149.3469	148.0587	148.0278	148.0095	148.0038	-0.0057	148.0038	6.71	
含铝污泥 02	124.5362	124.5362	0.0000	144.5451	127.6469	127.6371	127.6333	127.6344	0.0011	127.6344	84.52	84.69
	123.5124	123.5126	0.0002	143.5191	126.5494	126.5434	126.5414	126.5423	0.0009	126.5423	84.86	
污泥 03	126.1725	126.1726	0.0001	146.1769	140.5699	140.5442	140.5437	/	-0.0005	140.5437	28.16	28.14
	126.8957	126.8954	-0.0003	146.8972	141.2895	141.2767	141.2743	/	-0.0024	141.2743	28.11	
焚烧炉渣 04	126.0676	126.0670	-0.0006	146.0735	143.5306	143.5296	/	/	-0.0010	143.5296	12.72	12.83
	126.1372	126.1370	-0.0002	146.1384	143.5519	143.5500	/	/	-0.0019	143.5500	12.94	
线路板粉尘 05	129.2932	129.2936	0.0004	149.2947	149.1305	149.1315	/	/	0.0010	149.1315	0.82	0.81
	126.4190	126.4190	0.0000	146.4241	146.2624	146.2614	/	/	-0.0010	146.2614	0.81	

表 3 试样干燥减量测定结果统计（3）

采样日期		2025.4.22												
环境条件		烘箱温度： 105℃					湿度							
试样名称 及编号	具盖容器质量（g）			试样与容 器质量 （g）	干燥后容器与试样质量							最终质量 （g）	干燥减量（%）	
	容器质量 1 （g）	容器质量 2 （g）	质量差 值（g）		第 1 次称量 （g）	第 2 次称量 （g）	第 3 次称量 （g）	第 4 次称 量（g）	第 5 次称 量（g）	第 6 次称 量（g）	第 7 次称 量（g）			
002 干燥 12 小时	39.7561	39.7560	0.0001	49.9289	41.3078	41.3078	/	/	/	/	/	41.3078	84.75	84.81
	42.3052	42.3052	0.0000	52.8472	43.8988	43.8988	/	/	/	/	/	43.8988	84.88	
003 干燥 4 小时	42.3053	42.3053	0.0000	52.4978	49.6844	49.6558	49.6489	49.6403	49.6293	49.6194	49.6156	49.6156	28.28	28.23
	39.7560	39.7559	0.0001	49.8113	47.0226	46.9944	46.9874	46.9817	46.9707	46.9564	46.9544	46.9544	28.41	
004 干燥 4 小时	41.3358	41.3357	0.0000	51.8047	50.4547	50.4538	/	/	/	/	/	50.4538	12.9	12.38
	41.4107	41.4105	0.0002	51.7149	50.4934	50.4927	/	/	/	/	/	50.4927	11.86	
005 干燥 4 小时	44.7694	44.7693	0.0001	55.1101	55.0420	55.0419	/	/	/	/	/	55.0419	0.66	0.66
	44.2695	44.2694	0.0001	54.5833	54.5142	54.5142	/	/	/	/	/	54.5142	0.67	

表 4 试样干燥减量（真空减压干燥）测定结果统计

采样日期:	2025.4.10					检测日期:	2025.4.22~2025.4.25									
环境条件	温度: 26℃					湿度:	73%									
参数设置	温度范围: 40 ℃~70 ℃					压力范围:	10 kPa~70 kPa									
试样名称及编号	具盖容器质量 (g)			试样质量 (g)	试样与容器质量 (g)	干燥后容器与试样质量 (4h, 如有其他选择请备注)									平行样绝对差	干燥减量平均值
	容器质量 2 (g)	容器质量 3 (g)	质量差值 (g)			第 1 次称量 (g)	第 2 次称量 (g)	第 3 次称量 (g)	第 4 次称量 (g)	第 5 次称量 (g)	第 6 次称量 (g)	质量差值 (g)	最终质量 (g)	干燥减量 (%)		
参数设置						60 ℃ /40Kpa	60 ℃ /30Kpa	70 ℃ /25Kpa	70 ℃ /10Kpa	70 ℃ /10Kpa	70 ℃ /10Kpa					
sample 01 含油污泥 (5%~10%)	74.95	74.95	0.00	15.08	90.03	89.9	89.83	89.7	89.57	89.49	89.45	-0.04	14.50	3.8%	0.10%	3.8%
	75.51	75.5	-0.01	15.74	91.24	91.11	91.05	90.9	90.77	90.69	90.65	-0.04	15.15	3.7%		
sample 02 含铝污泥 (60% 以上)	74.73	74.74	0.01	21.48	96.22	93.63	88.00	78.63	78.20	78.17	78.16	-0.01	3.42	84.1%	0.25%	84.2%
	75.23	75.24	0.01	21.89	97.13	94.12	88.51	79.12	78.72	78.68	78.67	-0.01	3.43	84.3%		
sample 03 污泥 (10%~60%)	77.38	77.38	0.00	12.55	89.93	88.88	87.74	87.55	86.96	86.86	86.84	-0.02	9.46	24.6%	0.36%	24.8%
	78.09	78.09	0.00	12.61	90.7	89.59	88.45	88.26	87.67	87.57	87.55	-0.02	9.46	25.0%		
sample 04 焚烧炉渣 (10%~60%)	77.36	77.37	0.01	21.36	98.73	97.02	96.14	96.13	96.02	96.01	96.01	0	18.64	12.7%	0.30%	12.9%
	78.19	78.2	0.01	21.41	99.61	97.85	96.98	96.96	96.86	96.84	96.82	-0.02	18.62	13.0%		
sample 05 线路板废粉尘 (小于 5%)	74.6	74.6	0.00	17.55	92.15	92.10	92.12	92.11	92.08	92.08	92.08	0.00	17.48	0.40%	0.17%	0.48%
	75.55	75.55	0.00	17.62	93.1	93.05	93.06	93.04	93.02	93.01	93.00	-0.01	17.45	0.57%		
含镍污泥	73.41	73.42	0.01	24.35	97.77	95.26	90.32	82.35	81.53	81.45	81.44	-0.01	8.02	67.1%	/	67.1%
含铝污泥	73.5	73.5	0.00	25.81	99.31	96.86	90.75	81.39	81.07	81	80.99	-0.01	7.49	71.0%	/	71.0%
粉尘/氟硅酸盐	75.54	75.55	0.01	25.89	101.44	101.32	101.15	101.06	100.85	100.8	100.78	-0.02	25.23	2.5%	/	2.5%
CVD 粉尘	73.09	73.09	0.00	26	99.09	98.82	98.77	98.64	98.63	98.61	98.6	-0.01	25.51	1.9%	/	1.9%
碱式氯化铜	74.6	74.6	0.00	23.27	97.87	96.56	96.56	96.57	96.56	96.56	96.56	0.00	21.96	5.6%	/	5.6%

表 5 试样灼烧减量测定结果统计（1）

采样日期：		2025.4.10						检测日期：		2025.4.24~2025.4.28					
环境条件		温度：26℃						湿度：		73%					
参数设置		温度范围：600℃~1050℃													
试样名称及编号	参数设置	坩埚质量（g）				试样质量（g）	试样与坩埚质量（g）	干燥后坩埚与试样质量（4h，如有其他选择请备注）						平行样绝对差	灼烧减量
		坩埚质量 1（g）	坩埚质量 2（g）	坩埚质量 3（g）	质量差值（g）			第 1 次称量（g）	第 2 次称量（g）	第 3 次称量（g）	质量差值（g）	最终质量（g）	灼烧减量（%）		
sample 01 含油污泥（10%~60%）	600℃	43.75	43.75	43.74	-0.01	2.02	45.76	44.63	44.62	44.61	-0.01	0.87	56.9%	0.21%	57.0%
		47.01	47.01	47.02	0.01	2.03	49.05	47.89	47.9	47.89	-0.01	0.87	57.1%		
sample 02 含铝污泥（10%~60%）	600℃	44.74	44.73	44.75	0.02	2.13	46.88	46.52	46.49	46.47	-0.02	1.72	19.2%	0.34%	19.1%
		45.12	45.11	45.12	0.01	2.01	47.13	46.76	46.74	46.75	0.01	1.63	18.9%		
sample 03 污泥（10%~60%）	600℃	45.93	45.94	45.93	-0.01	2.03	47.96	47.56	47.56	47.55	-0.01	1.62	20.2%	0.49%	20.4%
		44.85	44.85	44.85	0.00	2.03	46.88	46.46	46.46	46.46	0.00	1.61	20.7%		
sample 04 焚烧炉渣（5%~10%）	600℃	43.35	43.34	43.35	0.01	2.75	46.1	45.94	45.94	45.92	-0.02	2.57	6.5%	0.12%	6.5%
		46.35	46.34	46.35	0.01	2.80	49.15	48.98	48.98	48.97	-0.01	2.62	6.4%		
sample 04 焚烧炉渣（5%~10%）	1010℃	45.02	45.02	45.03	0.01	1.99	47.02	46.87	46.87	/	0.00	1.84	7.5%	0.64%	7.2%
		44.55	44.55	44.56	0.01	2.03	46.59	46.45	46.45	/	0.00	1.89	6.9%		
sample 05 线路板废粉尘（10%~60%）	1010℃	113.32	113.31	113.32	0.01	2.39	115.71	114.95	114.94	/	-0.01	1.62	32.2%	0.12%	32.2%
		111.68	111.68	111.69	0.01	2.43	114.12	113.34	113.34	/	0.00	1.65	32.1%		
含镍污泥	600℃	47.59	47.58	47.58	0.00	2.13	49.71	49.23	49.23	49.22	-0.01	1.64	23.0%	/	23.0%
含铝污泥	600℃	44.88	44.86	44.88	0.02	2.1	46.98	46.54	46.53	46.53	0.00	1.65	21.4%	/	21.4%
碱式氯化铜	600℃	44.32	44.32	44.33	0.01	2.06	46.39	45.71	45.71	45.71	0.00	1.38	33.0%	/	33.0%

表 5 试样灼烧减量测定结果统计（2）

采样日期：		/			检测日期：		2025 年 5 月 14 日					
环境条件		温度：20℃			湿度：45%							
参数设置		温度范围：600℃、1050℃										
试样名称及编号	坩埚质量（g）			试样与坩埚质量（g）	干燥后坩埚与试样质量（4h，如有其他选择请备注）						灼烧减量（%）	
	坩埚质量 1 （g）	坩埚质量 2 （g）	质量差值 （g）		第 1 次称量 （g）	第 2 次称量 （g）	第 3 次称量 （g）	第 4 次称量 （g）	质量差值 （g）	最终质量(g)		
含油污泥 01（600℃）	62.7840	62.7840	0.0000	64.7870	63.6206	63.6003	63.5987	/	-0.0016	63.5987	59.33	59.23
	64.0032	64.0032	0.0000	66.0083	64.8434	64.8235	64.8225	/	-0.0010	64.8225	59.14	
含铝污泥 02（600℃）	65.6863	65.6870	0.0007	67.6880	67.3107	67.2993	67.2888	67.2872	-0.0016	67.2872	20.03	20.07
	62.9973	62.9971	-0.0002	64.9999	64.6179	64.6100	64.5994	64.5970	-0.0024	64.5970	20.12	
污泥 03（600℃）	64.2607	64.2607	0.0000	66.2634	65.7968	65.7931	65.7894	65.7881	-0.0013	65.7881	23.73	23.77
	62.8092	62.8092	0.0000	64.8101	64.4398	64.3474	64.3360	64.3338	-0.0022	64.3338	23.80	
焚烧炉渣 04（600℃）	62.0815	62.0818	0.0003	64.0850	63.8795	63.8753	63.8713	63.8699	-0.0014	63.8699	10.74	10.57
	62.3026	62.3019	-0.0007	64.3039	64.1125	64.0991	64.0953	64.0955	0.0002	64.0955	10.41	
焚烧炉渣 04（1050℃）	61.8096	61.8103	0.0007	63.8139	63.5927	63.5834	63.5811	/	-0.0023	63.5811	11.62	11.54
	62.2670	62.2665	-0.0005	64.2694	64.1411	64.0410	64.0397	/	-0.0013	64.0397	11.47	
线路板粉尘 05（1050℃）	64.1064	64.1052	-0.0012	66.1067	65.4582	65.4581	/	/	-0.0001	65.4581	32.41	32.43
	62.0540	62.0547	0.0007	64.0604	63.4108	63.4096	/	/	-0.0012	63.4096	32.45	

表 5 试样灼烧减量测定结果统计（3）

采样日期		2025.4.22							
试样名称及编号	瓷坩埚质量（g）			试样与瓷坩埚质量（g）	干燥后瓷坩埚与试样质量			灼烧减量（%）	
	瓷坩埚质量 1（g）	瓷坩埚质量 2（g）	质量差值(g)		第 1 次称量（g）	第 2 次称量(g)	最终质量（g）		
002 灼烧 4 小时（600℃）	73.7879	73.7877	0.0002	75.5417	75.2297	75.2294	75.2294	17.79	17.84%
	76.1338	76.1338	0.0000	77.3737	77.152	77.152	77.152	17.88	
003 灼烧 4 小时（600℃）	75.5599	75.5599	0.0000	77.7945	77.3453	77.3449	77.3449	20.12	20.17%
	73.5122	73.5120	0.0002	75.9576	75.4636	75.4631	75.4631	20.20	
004 灼烧 4 小时（600℃）	67.7231	67.7229	0.0001	71.5308	71.3000	71.2999	71.2999	6.06	6.08%
	80.1140	80.1139	0.0001	84.5999	84.3267	84.3266	84.3266	6.09	
004 灼烧 4 小时（1050℃）	73.5117	73.5117	0.0000	76.4905	76.3106	76.3104	76.3104	6.04	6.08%
	76.1347	76.1345	0.0002	79.3229	79.1284	79.1279	79.1279	6.12	
005 灼烧 4 小时（1050℃）	75.5610	75.5609	0.0001	77.7938	77.0499	77.0498	77.0498	33.32	33.35%
	73.7892	73.7890	0.0001	76.2402	75.4224	75.422	75.422	33.36	

(2) 试验过程中将减压干燥条件初始设置为 60℃/40kPa 时，发现经过一段时间真空干燥箱玻璃门内侧产生大量冷凝水珠，且干燥速度很缓慢。后经改变压力与温条件过程依次为，60℃/30kPa→70℃/25kPa→70℃/10kPa，冷凝水珠凝结现象消失，干燥速度也随之提升。说明减压干燥条件中温度与压力需要匹配，若因样品性质原因需要设置较低温度，则可通过查询水在相应温度下的饱和蒸汽压，查得设定温度基础上减低 5℃后温值所对应的压力，如设置温度为 60℃，查得对应 60-5=55℃对应的压力为 15.7 kPa。在标准附录中给出了水的饱和蒸汽压（-20℃～100℃）表，便于实际应用中参考。

(3) 试验中“焚烧炉渣”，分别试验 600℃条件下灼减量为 6.5%，1010℃条件下为 7.2%，升高 0.7%，说明温度升高后灼烧损失程度发生变化。

(4) 验证过程中需要特别关注的操作步骤以及原因分析：

a) 根据《含碳、碳化硅、氮化物耐火材料化学分析方法》（GB/T 16555-2017）“9.1 箱式高温炉双盖坩埚法测定 900℃挥发分”“9.2 箱式高温炉氧化法测定 850℃灼减量”，本次标准测定的是灼烧减量，将坩埚放入高温炉后必须开盖或半开盖进行灼烧，以获得氧化性环境。

b) 灼烧减量测定前宜检查高温炉内没有可能黏附在坩埚上的松散材料，防止造成结果偏差。

c) 真空干燥时达到真空度后，先将真空阀门关闭，然后再将真空泵电源关闭或移除（防止倒吸现象产生)造成试样污染。

d) 初始条件设定：根据理论值设定温度与真空箱压力，观察干燥速度及物料状态。动态调整：若物料结块或变色：降低温度或提高真空度。若干燥过慢：适当升高温度或进一步降低真空度（需确保设备安全）。

(5) 减压干燥真空箱压力与温度选择：低沸点溶剂（如乙醇、丙酮）压力 10~30kPa（快速蒸发，避免高温），温度 30~50℃（防止溶剂剧烈挥发导致样品飞溅）；高沸点溶剂（如水、甘油），压力<10 kPa（深度减压以降低沸点），温度：50~80℃（提高热传导效率）。选择真空干燥箱的温度与压力时，需结合物料热稳定性、溶剂性质及干燥效率 综合考虑。通过理论计算与实验验证动态调整，最终达到高效、安全的干燥效果。设置真空箱压力的核心原则：匹配溶剂沸点：根据溶剂的沸点选择压力，使溶剂在目标温度下有效蒸发；保护物料特性：避免高温导致热敏性物质分解或变性；平衡效率与安全：过低的压力可能增加能耗或引发设备泄漏，需结合实际情况调整。

表 6 常见减压干燥应用场景推荐条件

物料类型	典型溶剂	推荐温度（℃）	推荐压力（kPa）	注意事项
热敏性药物	水、乙醇	40~50	10~20	避免高温导致活性成分失活
食品粉末	水	60~70	5~15	防止焦化，保持色泽
化工催化剂	有机溶剂（甲苯）	80~100	20~30	确保溶剂完全脱附，避免残留污染
高分子材料	水、DMF	50~60	<10	防止高温引发材料降解或变形
金属粉末	无溶剂（物理干燥）	100~120	30~50	避免氧化，可通惰性气体保护

减压干燥的真空压力设置需结合溶剂沸点、物料热稳定性和设备性能，通过理论计算与实验验证动态调整。核心目标是实现高效干燥的同时最大限度保护物料活性。

(6) 其他

试验中注意的其他事项：

- ①前后称量需要同一台天平；
- ②器皿冷却、称量的环境需要恒温恒湿；
- ③恒重时，每次冷却时间需保持一致。

（二）技术经济论证

含量测定方法，具有操作简单、试剂容易获得、灵敏度高、选择性好、结果准确可靠的优点。适合各级生产、流通、科研等单位使用。

（三）预期达到的经济效果

本次制定的标准内容主要是为了满足目前生产企业和市场的需求，增强了标准的适用性，可以更加科学地规范行业的生产行为，引导和促进行业健康发展。本标准的实施对保障市场正常秩序，促进社会经济发展，消除贸易技术壁垒，促进国际贸易开展起到积极地推动作用。

四、 与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

（一）国内情况

本次制标是在查阅相关文献资料的基础上，结合目前国内实际分析情况进行标准编写。国内相关标准：

（二）国际情况

国外相关标准。

五、 与有关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。是现有标准体系的有效补充。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

七、 涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

八、 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

本标准为您推荐性国家标准。本标准结合国内实验室试验验证情况、实际应用情况进行制定。本标准的制定有利于废弃化学品行业标准的制定、技术路线的设计等。综上所述，本标准达到国内先进水平。

本标准反映了目前国内实际生产技术水平，可积极向国内生产单位、用户、质检机构等相关单位推荐使用本标准。

建议尽快发布实施本标准。无废止其他标准的意见和建议。

九、 公平竞争审查说明

标准制定过程没有限制或者变相限制市场准入和退出、没有限制或者变相限制商品要素自由流动，没有影响经营者生产经营成本、没有影响经营者生产经营行为。经审查，本标准不存在违反《公平竞争审查条例》规定的内容。

十、 其他应予说明的事项

无。

《废弃化学品 干燥减量和灼烧减量测定方法》

国家标准起草小组

2025. 6.10