

修订《硼酸锌阻燃剂》化工行业标准 编制说明

一、工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

(一) 任务来源

根据工业和信息化部办公厅发布的《关于印发 2025 年第五批行业标准制修订计划和外文版计划的通知》(工信厅科 [2025]528 号), 将于 2026 年 12 月完成《硼酸锌阻燃剂》化工行业标准的修订工作, 项目编号: 2025-1275T-HG。本标准由全国化学标准化技术委员会无机化工分会归口。

(二) 修订背景

1、产品概况

硼酸锌为白色晶体粉末, 无毒, 易溶于盐酸、硫酸、二甲基亚砷, 微溶于 38℃以上热水, 不溶于冷水和乙醇等有机溶剂, 300℃以上失去结晶水, 其用于阻燃剂是一种环保无卤无机添加型阻燃剂, 主流型号为 3.5 水硼酸锌, 热稳定性好、不溶于水, 高温下可吸热脱水降温, 并形成玻璃态致密保护层, 具备阻燃、抑烟、防熔滴多重作用。它协同阻燃效果优异, 常与氢氧化铝、氢氧化镁、磷系阻燃剂复配使用, 可部分替代三氧化二锑, 无毒低烟、环保合规, 加工分散性良好, 广泛应用于电线电缆、塑料、橡胶、防火涂料、建材等领域, 是目前无卤阻燃体系中常用的高效协效阻燃产品。

2、生产工艺

硼酸锌的组成随合成工艺条件的不同而变化, 其中硼酸锌 ($2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$) 的应用最为广泛, 其合成的主要方法如下:

(1) $\text{Zn}(\text{OH})_2\text{—H}_3\text{BO}_3$ 法

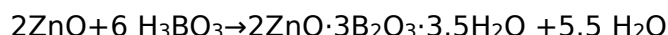
基本反应原理如下:



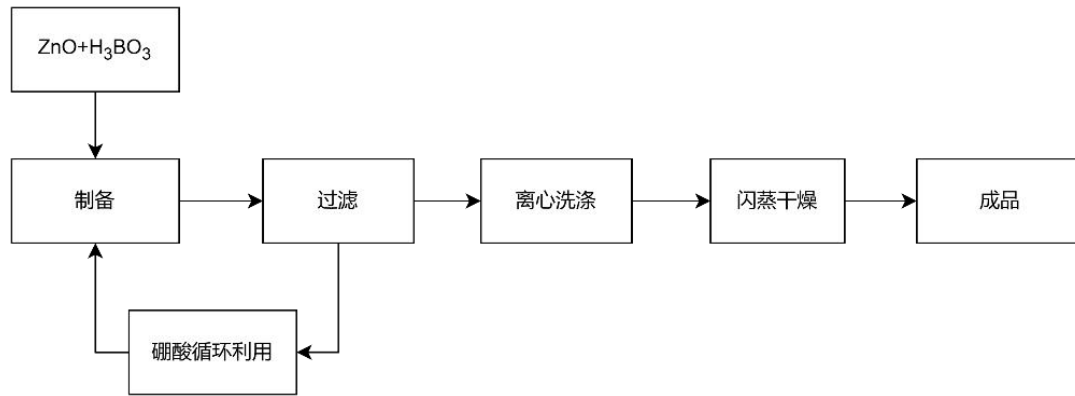
此法早在 1982 年由丹东化工研究所提出。具体流程为, 在盛有水和其它溶剂的反应器中, 投入一定配比的 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 和 H_3BO_3 , 在 100℃条件下反应 6 h ~ 10 h, 趁热抽滤, 所得固体以去离子水反复洗涤干燥, 得硼酸锌成品。该路线的优点是产品单一、无三废, 硼酸的利用率较高, 小试产品收率平均为 95.4%, 经放大试验测定产品收率为 93.68%。所需氢氧化锌必须用锌盐现配现用, 这增加了工艺的复杂程度, 同时不可避免地产生副产物及废水。反应原料硼酸较贵, 从经济上考虑, 该工艺无较大竞争优势。因而报道较少。

(2) $\text{ZnO—H}_3\text{BO}_3$ 法

基本反应原理如下:



1976 年美国硼砂公司率先以此路线制备了 2335 型硼酸锌, 国内则是近几年由南开大学等单位取得了成功, 并通过了小试鉴定。吉林省浑江市有机化工厂采用同样原料成功开发半干法新工艺, 并于 1987 年通过市级鉴定。工艺流程如下图所示。

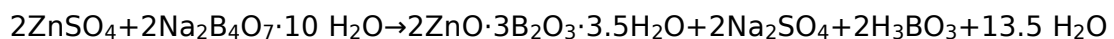


ZnO-H₃BO₃法制备 2335 型硼酸锌工艺流程图

具体流程为，在盛有一定浓度硼酸介质的反应器中，投入一定配比的氧化锌和硼酸，温度控制在 90℃ ~ 100℃，反应 5 h ~ 8 h，趁热抽滤，所得固体用去离子水反复洗涤、干燥，得 2335 型硼酸锌产品。该路线消除了采用氢氧化锌带来的麻烦，与锌盐-硼砂法相比具有工艺简单、产品单一及无污染等优点。不足之处在于氧化锌和硼酸价格过高，导致原料成本增加，在工业生产中缺乏竞争力。

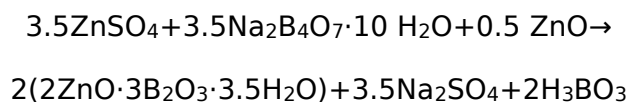
(3) 锌盐—硼砂法

① ZnSO₄—硼砂法，基本反应原理如下：

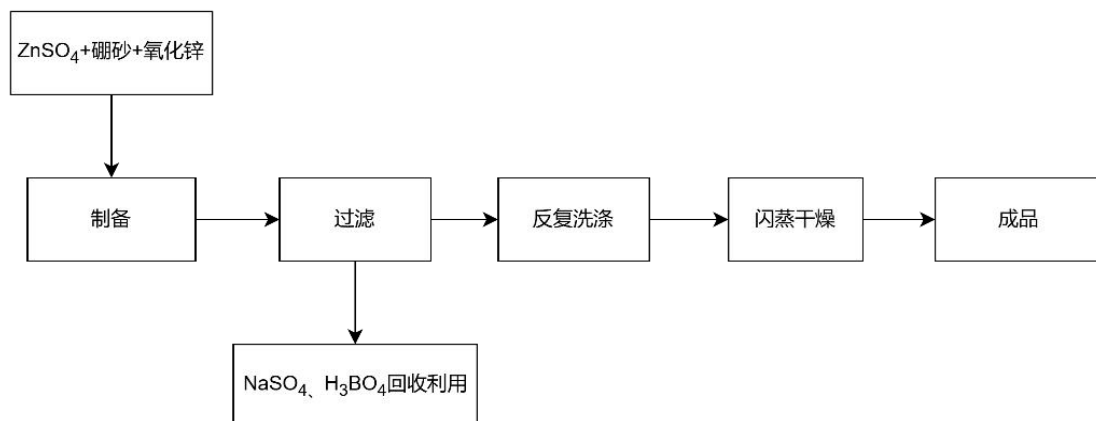


锌盐-硼砂法亦称复分解法，该方法采用硼砂、硫酸锌为原料，该方法原料价格低，但在反应过程中生成两种副产物，后处理工序复杂。

② ZnSO₄—硼砂—ZnO 法，基本反应原理如下：



该方法是对硼砂-硫酸锌法的一种改进，是美国硼砂与化学品公司的专利方法，ZnO 在一定程度上提高了硼砂的利用率。由反应式可知，反应会生成副产物 Na₂SO₄ 和 H₃BO₃，要将两种副产品分离出来并对母液循环使用，无疑会增加后续处理工艺的复杂程度。工艺流程如下图所示。



ZnSO₄-硼砂-ZnO 法制备 2335 型硼酸锌工艺流程图

此方法的具体流程为，在反应器中投入一定比率的硼砂、硫酸锌、水和少量的氧化锌，施以搅拌进行反应。由于氧化锌是一种难溶氧化物，对反应温度和时长有一定要求：反应温度需保持在 90℃ 以上，反应时间在 8 h 以上（加晶种）。

3、修标目的意义

硼酸锌是一种环保型非卤素无机阻燃剂，其特点为无毒、低水溶性、高热稳定性、消烟、粒度小、比重小、分散性好，与其它阻燃剂复配效果良好，添加后可明显减少材料燃烧烟浓度，主要用作无机类添加剂、无毒阻燃剂、抑烟剂，广泛应用于各种纤维树脂、橡胶制品、电器绝缘材料、电子产品外壳、汽车零件壁材、电线电缆、阻燃涂料等多方面的阻燃和抑烟，在塑料、橡胶、纺织、涂料、肥料、半导体等行业应用广泛。近年来，随着科技的不断进步和产业升级，硼酸锌阻燃剂的市场需求不断增长，特别是在半导体封装材料、新能源电池隔膜、军工材料中需求明显。

HG/T 4827—2015《硼酸锌阻燃剂》行业标准已发布实施有 10 余年，随着国内行业不断发展以及下游应用领域要求的提升，市场对硼酸锌有了更加高的要求，原标准已经不适应现在市场的需求。另外力拓旗下美国硼砂 U.S. Borax 是全球硼酸锌阻燃剂发明者、行业标准制定者、高端标杆龙头，其掌控全球顶级硼矿资源，专注高端阻燃级，不做低端工业粗品；占据全球高端电子、线缆、新能源阻燃硼酸锌 60% 以上份额。欧盟、北美、东南亚高端市场只认可力拓指标体系；国产出口必须对标力拓指标，否则无法进入高端市场。本次修订标准将参考力拓旗下硼砂公司的产品要求，结合国内生产企业和用户要求进行修订。另外，原标准对产品中铁含量没有要求，铁含量超标会降低硼酸锌热稳定性，使其加工时提前脱水分解；同时铁离子催化聚合物热氧降解、破坏成炭隔氧结构，导致阻燃抑烟性能下降、阻燃等级不达标；还会造成产品发黄变暗、绝缘电阻降低，并加速下游材料老化，严重影响电线电缆及无卤塑料阻燃与绝缘安全性能，所以很有必要尽快对标准进行修订。

修订化工行业标准 HG/T 4827—2015《硼酸锌阻燃剂》，按照产品的生产和使用的实际情况，对删除了 ZB-223 的等级，并对硼酸锌各规格指标要求进一步调整，对标力拓，增加铁含量的指标要求及测定方法，使标准的技术指标更加先进，分析方法更加简便适用，真正起到引领和促进行业进步的作用，达到统一和规范市场的目的。标准的修订，并发布实施，对国内生产企业的生产管理和销售市场有着十分重要的指导性意义。

(三) 主要工作过程

1、标准调研阶段

全国化学标准化技术委员会无机化工分会接到修订标准的任务后，首先向科研、生产和使用单位发函，进行调查并广泛征求修订标准的意见，确定起草小组。起草小组对调查情况进行汇总，并查阅国内外标准及相关技术资料，在此基础上编写了文献小结，提出修订标准的设想。

2、标准工作方案会阶段

2026 年 4 月 7 日至 4 月 9 日在天津召开了修订标准的工作方案会，与会代表对标准项目的设置、项目的指标及标准涉及到的内容进行了认真仔细的讨论，拟定了标准修订的工作内容、试验方案以及工作进度，通过了文献小结。具体工作安排为：由中海油天津化工研究院根据企业的建议提供标准中各个检测项目的试验方案，由参加起草的各个生产企业根据中海油天津化工研究设计院提供的试验方案进行试验验证工作，同时参加起草的各生产企业提供产品的质量月报数据和试验累积数据。中海油天津化工研究设计院在各起草单位完成试验工作的基础上，对试验数据及试验方法进行分析整理，在此基础上提出标准的征求意见稿、编制说明。

3、征求意见阶段

2026年6月底由中海油天津化工研究设计院有限公司负责将标准征求意见稿（草案）、编制说明（草案）发给委员和生产厂家征求意见，并在 www.trici.cn 网上公开征求意见。

(四) 主要参加单位

为保障标准修订工作的顺利进行，成立以生产、使用、科研、大专院校、检验机构等利益相关方组成的起草工作组，包括：山东五维阻燃剂科技股份有限公司、山东众甫新材料有限公司、山东晨旭新材料股份有限公司、山东博奥实业有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司。

(五) 工作组成员及所作工作

中海油天津化工研究设计院有限公司弓创周、杨裴、安晓英、丁灵，主要负责标准制修订工作总体协调，及资料收集、编写文献小结、组织召开标准工作会议、试验数据统计与比对、编写标准各阶段标准文稿、编制说明及相关附件及标准报批等工作。

其他单位人员：冯永成、张雅民、徐广敏、张强、王晓辉、刘强、倪洪凯、王芳、孙静、陈家松、石德胜、肖廷清、荆超，负责提供产品连续两年的质量月报数据、试验方法验证和数据处理、参加工作讨论会和审查会、对标准过程稿件提出修改意见等工作。

二、标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论
据，解决的主要问题。修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比

(一) 修订标准原则和依据

1、修标原则

- (1) 积极采用国际和国外先进标准的原则；
- (2) 有利于促进技术进步，提高产品质量的原则；
- (3) 有利于合理利用资源，提高经济效益的原则；
- (4) 符合用户的需要，保护消费者利益、促进对外贸易的原则；
- (5) 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

2、修订标准依据

- (1) 原行业标准 HG/T 4827—2015《硼酸锌阻燃剂》；
- (2) 国内生产企业的质量月报和客户要求；
- (3) 生产企业的累积数据；
- (4) 修订标准过程中的实验数据。

(二) 本次修订主要技术内容及其确定依据

1、增加的标准的应用范围

本次修订标准在产品应用范围中增加了木塑和电子电器领域，其中木塑材料阻燃使用硼酸锌早已在行业普遍应用，属于市场成熟的应用场景，如北美的加拿大和美国，有大量的木制房，美国力拓80%的产能均是应用在木质房的阻燃杀菌，我国出口的硼酸锌阻燃剂也有一部分用于此。2015版标准未将此应用纳入标准范围，本次修订将其正式纳入。

2015版标准制定阶段，硼酸锌主要应用于电线电缆、涂料等传统阻燃领域，电子电器行业尚未大规模使用硼酸锌，且2015标准未管控铁杂质，产品绝缘、耐老化性能达不到电子电器严苛要求，

因此原标准未包含电子电器应用。随着无卤阻燃发展，硼酸锌在电子电器领域应用日益广泛，本次标准新增铁杂质管控，产品电气性能全面提升，故同步新增电子电器适用范围，贴合行业实际应用现状。

2、调整了各规格的指标，删除了 ZB-223 的等级

(1) ZB-23: 氧化硼指标从 52.0%~56.0%调整为 53.5%~55.5%，氧化锌指标从 42.0%~44.0%调整为 43.5%~45.5%。本次修订收窄氧化硼、氧化锌含量范围，首先是对标力拓原厂产品组分，缩小原宽松指标区间，满足电子电器等高端应用对稳定硼酸锌的质量要求。筛余物从 ≤1.0%调整为 ≤0.5%，并对铅 (≤20ppm)、镉 (≤10ppm)、铁 (≤10ppm) 提出要求。本次修标新增铅、镉、铁含量控制指标，主要是为严控重金属及有害杂质，同时对标力拓国际产品指标，规范行业产品质量。

(2) ZB-223: 灼烧失量从 13.5%~14.5%调整为 14.0%~16.0%，2015 版标准上限 14.5%≈理论纯品值，工业量产不可能完全达到理论纯水结构，并对标力拓国际标杆，同时匹配本次标准新增铁指标的整体提质升级。

(3) ZB-2335: 氧化锌下限从 35.5%调整为 36.0%，收紧主成分含量，保证晶型结构稳定，提升阻燃协效性能；附着水从 0.8%调整为 0.5%，降低游离水分，改善加工起泡、结块问题，提升热稳定性；筛余物从 1.0%调整为 0.5%，提高产品细度与分散性，适配电子电器、线缆应用；对铅、镉、铁指标给出协商，因为该型号产品应用范围极广，是行业通用标准款，常规的阻燃场景，如塑料、橡胶、电缆、防火涂料等领域，无法给出统一的具体要求，所以标准中给出协商要求。

(4) ZB-237: 氧化硼从 39.5%~42.5%调整为 40.0%~44.0%使下限提高、上限放宽，整体上移收紧纯度；氧化锌从 30.5%~33.5%调整为 30.5%~34.5%，上限提高 1%，组分更贴合理论晶型；同步收紧附着水、筛余物要求，提升白度等级，改善产品加工分散性与外观；新增铅、镉、铁杂质管控，提升产品绝缘耐老化与环保合规性，全面适配电子电器、木塑等高端阻燃应用需求。

3、增加了“铁”项目、指标及试验方法

本次标准修订新增电子电器适用领域、增加铁控制项目，保障硼酸锌产品低铁高纯、绝缘稳定、耐候抗老化、阻燃性能持久可靠，匹配电子电器行业安全规范要求，对标力拓国际高端产品质量水平，本次修订铁含量要求与力拓要求一致。铁含量检测统一采用原子吸收分光光度法，该方法灵敏度高、数据精准可靠，可实现 ppm 级低铁精准定量，与行业内采用的检测方法保持一致。本次修订从标准层面保障硼酸锌产品低铁高纯、绝缘稳定、耐候抗老化、阻燃性能持久可靠，匹配电子电器行业安全规范要求，填补旧标准技术空白。

三、主要试验（或验证）情况分析

本次修订新增铁项目，测定方法采用原子吸收分光光度法，并分别对四个型号的产品的铁含量进行了平行性试验测定，其平行试验数据见表 1。

表 1 铁含量测定平行性试验数据

单位为%

型号	1	2	3	4	5	平均值	极差
ZB-23	0.0013	0.0011	0.0011	0.0013	0.0012	0.0012	0.0002
ZB-223	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0
ZB-2335	0.0014	0.0011	0.0013	0.0014	0.0014	0.0013	0.0003
ZB-237	0.0013	0.0011	0.0013	0.0015	0.0013	0.0013	0.0004

从以上测定结果看，极差不大于 0.0004%，符合标准的要求。该方法也行业内普遍采用的方法，且力拓（Rio Tinto U.S.Borax）Firebrake ZB 系列硼酸锌原厂痕量铁含量仲裁检测方法为火焰原子吸收分光光度法，本次修订标准确定采用原子吸收分光光度法。

四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准不涉及专利，无版权风险。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

我国硼酸锌阻燃剂产业已规模化，山东五维、晨旭等龙头企业占据全球 60% 以上的市场份额，2024 年产量预计 4 万吨左右，但高端产品依赖进口。硼酸法为主流工艺，技术升级提升纯度与分散性。产业链覆盖原料供应至应用端，随着国内行业不断发展以及下游应用领域要求的提升，市场对硼酸锌有了更加高的要求，标准的修订将进一步规范推动产业升级，增强国际竞争力。硼酸锌阻燃剂具备低毒、高热稳定性、无重金属等环保优势，契合绿色发展趋势。在电子电器、新能源光伏、轨道交通等领域替代传统卤系阻燃剂。下游行业需求年均增长超 8%，技术适配性强，应用推广基础扎实，是阻燃材料低碳转型的核心支撑。标准修订将促进高端产品国产化，降低采购成本 10%-15%，推动出口增量。标准化生产提升资源利用率，减少能耗与污染排放，助力企业通过质量认证，提升行业利润率，实现经济与环境效益协同增长。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

目前未收集到硼酸锌阻燃剂的国际、国外先进标准，本次修订结合国内硼酸锌阻燃剂产品的生产、使用的实际情况而进行，主要对标力拓两款成熟主流产品：Firebrake ZB(3.5 水硼酸锌)、Firebrake 500（无水硼酸锌），它们为全球高端阻燃、绝缘领域广泛应用的标杆材料，指标对比见表 2。

表 2 指标对比

序号	项 目	指 标			
		本次修订 ZB-23	力拓 Firebrake 500	本次修订 ZB-2335	力拓 Firebrake ZB
1	氧化硼 (B ₂ O ₃) w/%	53.5 ~ 55.5	53.5 ~ 55.5	45.0 ~ 49.0	47.5 ~ 48.9
2	氧化锌 (ZnO) w/%	43.5 ~ 45.5	43.5 ~ 45.5	36.0 ~ 39.5	37.7 ~ 38.7
3	灼烧失量 w/%	≤1.5	≤1.5	13.0 ~ 15.5	14.0 ~ 15.0
4	附着水 w/%	≤0.5	≤0.3	≤0.5	≤0.4
5	白度	≥90	≥93	≥90	≥94
6	45μm 筛余物 w/%	≤0.5	≤0.2	≤0.5	≤0.2
7	铁 (Fe) w/%	≤0.003	≤0.0030	协商	≤0.0030%
8	铅 (Pb) w/%	≤0.002	≤0.0020	协商	≤0.0020%
9	镉 (Cd) w/%	≤0.001	≤0.0010	协商	≤0.0010%

从上表可以看出无水硼酸锌主成分、杂质限量全面对标力拓先进指标；3.5 水硼酸锌收紧主成分区间、水分、细度、白度等关键物理指标，金属杂质结合行业应用差异采用协商定制模式，兼顾通用性与差异化高端需求。

本次修订标准，根据国内实际生产和使用情况进行，并积极对标国外先进产品指标要求，既符合国内生产实际需要，又补齐了高端应用原标准的短板，指标设置合理，试验方法采用经典、通用的分析方法，可操作性强，标准的修订有利于规范行业高质量发展，提升国产硼酸锌在高端阻燃、绝缘材料领域的配套能力。综上所述，本标准达到国内先进水平。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

与现行相关法律、法规、规章及相关标准无冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。征求意见稿在网上公开征求意见，意见的处理情况见《标准征求意见稿意见汇总处理表》。

九、标准性质的建议说明

推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本标准反映了目前国内产品实际情况，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。

十一、 废止现行相关标准的建议

本次标准修订完成、标准发布后，建议实施日期“自发布之日 6 个月”，HG/T 4827—2015 即废止。

十二、 公平竞争审查说明

标准修订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。本标准经审查不存在违反《公平竞争审查条例》规定的内容。

十三、 其它应予说明的事项。

本标准不存在侵犯国际、国外及国内机构版权的情况，不涉及专利，无版权风险。

附件 1 企业质量月报

无水硼酸锌阻燃剂产品质量月报

日期	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物(45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2025.04	55.02	44.53	0.45	0.38	0.0012	0.0001	0.0017	97.3	0.002	6.8
2025.05	54.46	44.87	0.67	0.24	0.0014	0.00011	0.0013	97.3	0.002	7.1
2025.06	54.7	44.38	0.92	0.18	0.0017	0.0001	0.0011	97.7	0.003	6.9
2025.07	54.86	44.76	0.38	0.21	0.0012	0.00009	0.0017	97.6	0.001	5.7
2025.08	54.83	44.72	0.45	0.31	0.0011	0.00014	0.0019	97.4	0.002	8.3
2025.09	54.66	44.85	0.49	0.33	0.0012	0.0001	0.0017	97.3	0.002	8.1
2025.10	54.79	44.69	0.52	0.23	0.0011	0.00013	0.0016	97.5	0.002	8.7
2025.11	54.98	44.39	0.63	0.19	0.0016	0.0001	0.0013	97.8	0.003	6.4
2025.12	54.62	44.83	0.55	0.37	0.0013	0.00011	0.0011	97.6	0.002	6.7
2026.01	54.85	44.58	0.57	0.23	0.0011	0.00013	0.0012	97.5	0.001	6.1
2026.02	54.69	44.87	0.44	0.28	0.0012	0.00011	0.0014	97.9	0.002	6.3
2026.03	54.8	44.84	0.36	0.24	0.0014	0.0001	0.0011	97.5	0.003	6.8

7 水硼酸锌阻燃剂产品质量月报

日期	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2025.04	42.32	32.75	24.93	0.65	0.0011	0.0001	0.0015	98.6	0.001	3.9
2025.07	41.81	33.07	25.12	0.47	0.0011	0.0001	0.0017	98.1	0.001	3.2
2025.09	42.93	32.53	24.54	0.59	0.0014	0.0002	0.0011	98.4	0.001	3.5
2025.12	41.42	33.91	24.67	0.41	0.0011	0.0002	0.0014	98.7	0.001	3.4
2026.03	42.73	32.74	24.53	0.48	0.0012	0.0001	0.0011	98.3	0.001	3.4

3 水硼酸锌阻燃剂产品质量月报

日期	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2025.02	37.83	46.94	15.23	0.32	0.0011	0.0001	0.0015	98.3	0.001	7
2025.05	39.65	44.91	15.44	0.17	0.0011	0.0002	0.0013	98.1	0.001	7.9
2025.09	38.45	46.66	14.89	0.29	0.0014	0.0002	0.0011	98.3	0.001	7.3
2025.11	38.64	46.6	14.76	0.21	0.0011	0.0002	0.0012	98.2	0.001	8.1
2026.02	37.92	46.83	15.25	0.28	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.6

3.5 水硼酸锌阻燃剂产品质量月报

日期	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2025.04	47.85	37.82	13.78	0.22	0.0009	0.00008	0.0013	98.0	0.0015	3.36
2025.05	48.12	37.89	13.75	0.24	0.0012	0.00009	0.0013	97.9	0.0011	3.43
2025.06	47.91	37.75	13.82	0.21	0.0009	0.00008	0.0012	98.1	0.0014	3.32
2025.07	47.87	37.79	13.81	0.22	0.0009	0.00007	0.0013	98.0	0.0013	3.47
2025.08	47.93	37.85	13.83	0.24	0.0010	0.00008	0.0013	98.2	0.0015	3.16
2025.09	47.86	37.79	13.79	0.22	0.0010	0.00009	0.0014	98.0	0.0016	3.34
2025.10	47.82	37.84	13.83	0.20	0.0009	0.00009	0.0014	98.0	0.0011	3.43
2025.11	47.78	37.86	13.82	0.22	0.0010	0.00009	0.0011	98.1	0.0012	3.27
2025.12	47.87	37.82	13.91	0.26	0.0008	0.00008	0.0011	98.1	0.0013	3.18
2026.01	47.79	37.82	13.79	0.24	0.0013	0.00008	0.0013	98.0	0.0013	3.35
2026.02	47.85	37.82	13.83	0.22	0.0009	0.00009	0.0014	98.2	0.0011	3.33
2026.03	47.83	37.82	13.85	0.23	0.0011	0.00009	0.0013	98.0	0.0011	3.24

3.5 水硼酸锌质量月报

序号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
1	46.72	37.09	13.17	0.19	96.39	无	3.502
2	46.69	37.03	13.20	0.16	96.56	无	3.805
3	46.75	37.12	13.14	0.20	96.23	无	3.761
4	46.56	36.93	13.51	0.20	96.50	无	3.602
5	46.95	37.12	13.40	0.21	96.32	无	3.554
6	46.72	37.15	13.35	0.20	96.41	无	3.836
7	46.39	36.95	13.38	0.21	96.33	无	3.126
8	46.66	37.18	13.21	0.17	96.45	无	3.252
9	46.85	37.01	13.48	0.16	96.28	无	3.278
10	46.48	36.77	13.31	0.16	96.34	无	3.233
11	46.59	36.65	13.27	0.14	96.46	无	3.138
12	46.78	36.82	13.12	0.13	96.24	无	3.740
13	47.09	37.12	13.17	0.15	96.38	无	3.226
14	46.92	37.08	13.23	0.16	96.27	无	3.803

附件 2 试验累积数据

无水硼酸锌阻燃剂产品试验累积数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260410	54.86	44.73	0.41	0.24	0.001	0.0001	0.0015	97.6	0.002	6.2
20260411	54.53	44.81	0.66	0.21	0.0012	0.0002	0.001	97.3	0.002	7.8
20260412	54.89	44.25	0.86	0.13	0.0011	0.0001	0.0011	98.1	0.003	8.3
20260413	54.76	44.48	0.76	0.17	0.0009	0.0001	0.0013	97.5	0.002	5.9
20260414	55.01	44.63	0.36	0.09	0.0009	0.0001	0.0015	97.7	0.002	7.6
20260415	54.79	44.92	0.29	0.22	0.0011	0.0002	0.0019	97.6	0.003	7.3
20260416	54.73	44.67	0.6	0.17	0.0013	0.0002	0.0013	97.3	0.002	6.8
20260417	54.77	44.72	0.51	0.12	0.001	0.0001	0.0012	97.8	0.002	8.4
20260418	54.82	44.68	0.5	0.18	0.0009	0.0001	0.0014	97.5	0.003	7.2

3 水硼酸锌阻燃剂产品试验累积数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2024.08	38.77	45.98	15.25	0.22	0.0012	0.0001	0.0011	98	0.001	6.9
2024.11	38.42	45.96	15.62	0.21	0.0011	0.0002	0.0014	98.2	0.001	7.4
2025.01	38.16	46.77	15.07	0.19	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.3
2025.02	37.83	46.94	15.23	0.32	0.0011	0.0001	0.0015	98.3	0.001	7
2025.05	39.65	44.91	15.44	0.17	0.0011	0.0002	0.0013	98.1	0.001	7.9
2025.09	38.45	46.66	14.89	0.29	0.0014	0.0002	0.0011	98.3	0.001	7.3
2025.11	38.64	46.6	14.76	0.21	0.0011	0.0002	0.0012	98.2	0.001	8.1

2026.02	37.92	46.83	15.25	0.28	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.6
---------	-------	-------	-------	------	--------	--------	--------	------	-------	-----

3.5 水硼酸锌阻燃剂产品试验累积数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260407	47.67	37.71	13.82	0.18	0.0005	0.00007	0.0013	98.1	0.001	3.14
20260408	47.54	37.79	13.66	0.26	0.0008	0.00006	0.0014	97.9	0.001	3.3
20260409	47.77	37.63	13.75	0.25	0.0009	0.00008	0.0011	98.5	0.001	3.08
20260410	47.91	37.43	13.84	0.29	0.0008	0.00009	0.0015	98.3	0.002	3.41
20260411	47.39	37.78	13.51	0.16	0.0011	0.00008	0.0013	97.8	0.001	3.29
20260412	47.61	38.23	13.97	0.31	0.0009	0.00009	0.0013	98.6	0.002	2.67
20260413	47.84	38.03	13.86	0.22	0.0008	0.00007	0.0014	98.3	0.001	2.53
20260414	47.96	38.16	13.72	0.24	0.0012	0.00008	0.0013	98.0	0.001	3.18
20260415	47.49	37.63	13.71	0.28	0.0009	0.00008	0.0014	98.0	0.001	3.23

7 水硼酸锌阻燃剂产品试验累积数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
2024.09	42.6	32.79	24.61	0.48	0.0012	0.0001	0.0011	98.3	0.001	3.4
2024.12	41.42	33.91	24.67	0.41	0.0011	0.0002	0.0014	98.7	0.001	3.4
2025.01	42.61	32.71	24.68	0.49	0.0012	0.0001	0.0011	98.3	0.001	3.3
2025.04	42.32	32.75	24.93	0.65	0.0011	0.0001	0.0015	98.6	0.001	3.9
2025.07	41.81	33.07	25.12	0.47	0.0011	0.0001	0.0017	98.1	0.001	3.2
2025.09	42.93	32.53	24.54	0.59	0.0014	0.0002	0.0011	98.4	0.001	3.5

2025.12	41.42	33.91	24.67	0.41	0.0011	0.0002	0.0014	98.7	0.001	3.4
2026.03	42.73	32.74	24.53	0.48	0.0012	0.0001	0.0011	98.3	0.001	3.4

3.5 水硼酸锌阻燃剂产品试验累积数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
P2510902	46.92	37.08	13.23	0.16	96.27	无	3.803
P2510602	46.75	37.01	13.18	0.19	96.34	无	3.981
P2510302	46.58	37.11	13.19	0.2	96.21	无	4.115
P2601802	46.52	37.02	13.14	0.12	96.34	无	3.646
P2601902	46.39	37.11	13.17	0.18	96.24	无	3.303
P2602102	46.65	36.97	13.12	0.21	96.21	无	3.621
P2602302	46.69	37.08	13.19	0.17	96.18	无	3.337
P2602502	46.60	36.93	13.24	0.19	96.33	无	3.270
P2602802	46.92	37.08	13.23	0.16	96.27	无	3.803
P2602702	46.75	37.01	13.18	0.19	96.34	无	3.981

附件 3 平行性试验数据

无水硼酸锌阻燃剂产品平行性试验数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260417-1	54.68	44.71	0.61	0.13	0.001	0.0001	0.0013	97.9	0.002	8.3
20260417-2	54.74	44.73	0.53	0.11	0.001	0.0001	0.0011	97.8	0.002	8.4
20260417-3	54.76	44.72	0.52	0.13	0.001	0.0001	0.0011	97.8	0.002	8.4
20260417-4	54.71	44.69	0.6	0.11	0.001	0.0001	0.0013	97.8	0.002	8.5
20260417-5	54.77	44.72	0.51	0.12	0.001	0.0001	0.0012	97.8	0.002	8.4

3 水硼酸锌阻燃剂产品平行性试验数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260226-1	37.92	46.83	15.25	0.28	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.6
20260226-2	37.96	46.76	15.28	0.27	0.0012	0.0001	0.0011	98	0.001	7.6
20260226-3	37.91	46.88	15.21	0.27	0.0012	0.0001	0.0011	98	0.001	7.4
20260226-4	37.93	46.83	15.24	0.28	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.6
20260226-5	37.92	46.85	15.23	0.26	0.0012	0.0001	0.0011	98.1	0.001	7.4

3.5 水硼酸锌阻燃剂产品平行性试验数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260415-1	47.53	37.68	13.76	0.32	0.0008	0.00009	0.0014	97.8	0.002	3.27
20260415-2	47.51	37.62	13.66	0.28	0.0007	0.00008	0.0013	98.0	0.001	3.21
20260415-3	47.53	37.69	13.72	0.31	0.0009	0.00007	0.0011	98.1	0.001	3.25
20260415-4	47.52	37.67	13.79	0.27	0.0011	0.00009	0.0014	98.0	0.002	3.23
20260415-5	47.49	37.63	13.71	0.28	0.0009	0.00008	0.0014	98.0	0.001	3.23

7 水硼酸锌阻燃剂产品平行性试验数据

批号	氧化硼 w/%	氧化锌 w/%	灼烧失量 w/%	附着水 w/%	铅 (Pb) w/%	镉 (Cd) w/%	铁 (Fe) w/%	白度	筛余物 (45 μm) w/%	粒径 (D ₅₀) /μm
20260318-1	42.48	32.75	24.77	0.65	0.0011	0.0001	0.0013	98.6	0.001	3.8
20260318-2	42.55	32.74	24.71	0.69	0.0011	0.0001	0.0011	98.2	0.001	3.8
20260318-3	42.49	32.78	24.73	0.61	0.0013	0.0001	0.0013	98.6	0.001	3.7
20260318-4	42.42	32.79	24.79	0.65	0.0011	0.0001	0.0015	98.4	0.001	3.7
20260318-5	42.5	32.74	24.76	0.63	0.0012	0.0001	0.0013	98.5	0.001	3.8

