

修订 GB/T 4947-2003 《工业赤磷》 国家标准

编制说明

(征求意见稿)

修订《工业赤磷》国家标准起草小组

2026年6月

修订《工业赤磷》国家标准编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

（一）任务来源

1、基本信息

随着国内外市场需求变化，工业赤磷生产的技术进步、质量提升及下游应用的不断拓展，下游客户对工业赤磷的品质提出更高要求。现行 GB/T 4947-2003《工业赤磷》国家标准中产品的指标要求已不能满足需求变化，特别是某些特定杂质对下游产品的质量和产量具有决定性作用，目前各自企业对这些杂质要求不明确。为推进产品质量和技术水平的提高，规范我国无机化工产品的生产和市场销售，增强行业国际竞争力，急需修订工业赤磷国家标准。

全国化学标准化技术委员会无机化工分会根据《国家标准化管理委员会关于下达 2025 年第九批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2025〕52 号）的要求（计划编号：20255336-T-606），计划下达日期：2025 年 10 月 5 日，项目周期 16 个月，计划批复文件中起草单位为：云南江磷集团股份有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、绵阳茂森化工有限责任公司、贵州省产品质量检验检测院等。本标准由全国化学标准化技术委员会（TC63）归口，全国化学标准化技术委员会无机化工分会（TC63SC1）执行，主管部门为中国石油和化学工业联合会。

2、简要情况

（1）产品概况

项目	内容
中文名	赤磷 / 红磷
英文名	Red Phosphorus (Phosphorus Red)
CAS No.	7723-14-0
化学式	P（常以 P ₄ 计分子量 123.89）
外观	紫红色或略带棕色的无定形粉末，部分颗粒可见金属光泽；无臭
密度	≈ 2.20–2.34 g/cm ³
熔点	590 °C（约 4357 kPa）
燃点/自燃点	空气中约 250–270 °C（常见表述 260 °C左右）
升华	约 416–630 °C可升华
溶解性	不溶/极难溶于水、CS ₂ ；略溶于无水乙醇；可溶于强碱液/三溴化磷等条件下发生反应

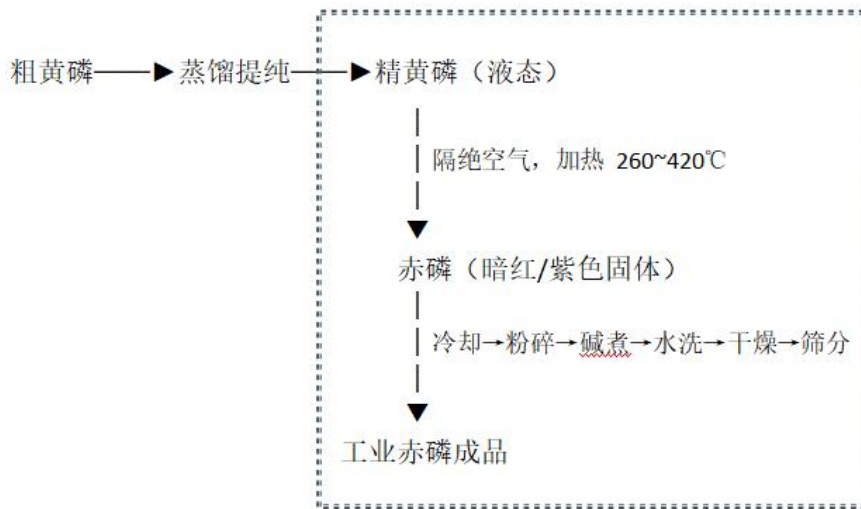
（2）主要用途

赤磷在工业上是中间体+功能助剂原料双重属性：

应用领域	具体用途	说明
安全火柴	火柴盒侧面摩擦层	经典用途：摩擦生热点燃少量赤磷→引燃火柴头
阻燃剂/阻燃母粒	非卤高效阻燃：PE/PP、PS、PET、PC、PA、EP、ABS、橡胶织物等	赤磷/包覆赤磷/赤磷阻燃母粒是重要路线，尤其对含氧高聚物更有效；下游往往做成阻燃母粒降低粉尘与安全风险
农药/磷化工中间体	制磷化铝、磷化锌、有机磷农药中间体（如敌百虫/敌敌畏上游体系）	赤磷→进一步转化/合成路线的一环
无机磷化合物	制五氧化二磷、磷酸、三氯化磷、五氯化磷等	磷化工产业链关键节点
冶金/合金	磷青铜等含磷铜合金	需要控制杂质与粒度
半导体/电子材料	掺杂扩散源、合成磷化物（InP、GaP等体系）	对纯度要求更高（高纯/电子级）
烟火 / 军用	烟火色效、烟幕弹、燃烧剂等	受更严格管制与流向监管

(2) 生产工艺概况

► 工业赤磷的主要生产工艺



► 黄磷→赤磷的热转化法

1、热力学基础

项目	数据
反应	P_4 (白/黄磷) \rightarrow P_n (红/赤磷)
ΔH	放热 (≈ -17.6 kJ/mol P_4)，反应一旦启动会自放热
转化温度窗口	250~300°C 开始转化；工业操作常用 270~420°C
催化剂	工业上一般不加催化剂，靠提高温度 (360~420°C) + 长时间保温驱动完全转化
转化率	> 98% (但产物仍含微量残余黄磷，需后处理)

2、工艺流程

(1) 路线 A: 密闭钢锅/铸铁锅转化 (最经典、国内最普遍)

装置：若干口密闭铸铁/钢锅（带可拆卸锅盖+密封垫+螺栓紧固），置于转化炉（煤气/电加热灶）内。

步骤	操作细节
装料	精黄磷（水下取出→沥干表面水→迅速移入锅）装入转化锅，液面不超锅容积的~2/3；盖严锅盖，密封
置换/保安全	可微通惰气或靠锅体密闭性保证隔绝空气
升温转化	炉内加热，控制在 360~420℃，保温数十小时（实际项目记录：约 64h 整体程序）
冷却	先自然冷到 <100℃，再水冷到接近常温
出料	将锅吊入水槽（水喷淋），开盖→锅内赤磷已成暗红/紫色硬块→用风镐/机械捣碎

后处理：

赤磷碎块——►破碎机——►碱煮锅（NaOH 稀溶液煮沸）——►漂洗——►离心脱水——►加稳定剂（MgO）——►过筛（8~10目）——►真空干燥——►成品包装

碱煮目的：残余黄磷与 NaOH 反应生成 $\text{Na}_3\text{PO}_3/\text{Na}_3\text{PO}_4$ 溶于水，从而去除自燃物。

加稳定剂（MgO）（约 1%）目的：在赤磷表面形成钝化膜，抑制空气氧化→ PH_3 释放。

(2) 路线 B：球磨机转化器（半连续式）

步骤	参数
装料	球磨机（≈5 m ³ ）充入 铁球介质（不同直径），先惰气（ N_2 ）置换赶尽空气和湿气
脱水预热	180~190℃阶段，约 2 h，驱水蒸气（与水封连接排气）
升温转化	黄磷进料后，升温至 270℃约 20 h→放热启动→4 h 内升到 290℃→放热结束后再补热到 350℃约 5 h
特征	靠反应放热自维持，控制进料速率来控温；终产物含黄磷 <0.1%
后处理	加水→湿磨成悬浮液→ <u>NaOH</u> 煮沸除残余黄磷→过滤→惰气下干燥→ <u>MgO</u> 稳定化

优点：传热更好、温度更均匀、适合较大批量半连续运转。

缺点：设备磨损（铁污染风险）、惰气消耗大、粉尘管理更复杂。

(3) 行业概况

1) 需求结构与应用格局

下游	角色	趋势
阻燃材料（塑料/橡胶/工程塑料/线缆/电子电气）	最重要增量引擎之一	新能源、电子电器阻燃标准升级推动“包覆赤磷/红磷母粒”渗透；但面临无卤替代压力与 PH_3 管控，倒逼产品升级（微胶囊/白度化/载体母粒）
农药/农化中间体	传统大宗去向之一	用于磷化铝/磷化锌、部分有机磷路线前体与磷化物体系；受农化周期与环保督察影响波动大
火柴（安全火柴摩擦面）	经典用途	总量趋于缓慢收缩或被替代（电子点火普及），但在部分区域/低端市场仍有存量底盘
烟火/军用特种	小体量但敏感	强监管、流向管控严格

2) 供给格局

工业赤磷供给密切贴合区域规律，与黄磷/磷矿资源带绑定：云南、湖北、四川、贵州一带是黄磷重镇，赤磷产线也多围绕这些节点布局。但国内也有明显的"产地 + 深加工/改性基地"分离。上游本体赤磷更多贴近黄磷产区；如云南江磷集团股份有限公司（江磷集团），典型"黄磷→赤磷→阻燃母粒/包覆赤磷"一体化；公开信息提到磷系阻燃母粒年产能约 1.5 万吨、微胶囊包覆赤磷阻燃剂年产能约 3000 吨等线索，并覆盖赤磷本体与系列磷化工产品。

3) 行业关键趋势（未来 3~5 年）

产品升级：从"卖粉"到"卖安全化的功能品"

微胶囊包覆、载体母粒化、白度化——目的是压住 PH_3 释放、粉尘风险、变色污染，进入更高端的工程塑料与电子电气供应链。

上游波动传导

磷矿石—黄磷—赤磷这条链，价格与开工率会被能耗双控、环保督察、电力成本、黄磷许可证存量显著扰动（赤磷不是独立行情，它是黄磷的衍生品）。

阻燃赛道的"替代博弈"

赤磷阻燃效率高，但一些体系在向无卤/更低烟毒方案迁移；赤磷系的生存策略就是做更干净、更可控的包覆/母粒方案，而不是继续卖裸粉。

（二）修标的目的意义

赤磷的应用领域较为广泛，其主要用于赤磷基阻燃剂，主要替代卤系阻燃剂：火柴制造，特别是安全火柴的摩擦面涂层；烟花爆竹，作为火药成分之一，用于引燃或发烟；农药生产，作为中间体合成其他含磷化合物；冶金工业，作为还原剂或合金添加剂；化学品生产，如磷酸、磷化物等；军事用途，发烟弹或烟雾生成及摩擦等领域。

以赤磷的传统应用领域赤磷基阻燃剂为例，由于卤系阻燃剂在燃烧时会产生有毒物质，世界各国提出了对卤系阻燃剂的使用限制。赤磷基阻燃剂作为磷系阻燃剂其优异阻燃效果得到了较大的发展和应用。其核心优势有以下几方面：

阻燃效率高，添加量仅为 5~15%（卤系阻燃剂需 20~30%），对材料力学性能影响小。低烟低毒：燃烧时烟密度比卤系阻燃剂低 50%以上，符合欧盟 RoHS、REACH 环保法规。成本优势：单价约 2~3 万元/吨，低于其他无卤阻燃剂（如氮系阻燃剂 4-6 万元/吨）。

赤磷基阻燃剂主要应用领域包括：工程塑料如 PA（尼龙）、PBT 等，用于电子电器外壳、汽车零部件；电缆材料如 PVC、PE 电缆护套；涂料与建材如防火涂料、聚氨酯泡沫保温板。

近年来，随着赤磷产品的应用领域对产品质量提出了新的要求，如产品中的一些有害元素（砷及 RoHS 指令中要求的有害元素），尤其是要求对赤磷的生产过程中自身存在的砷含量、铁含量等项目进行控制，以确保其在应用领域能够满足诸如欧盟 RoHS 指令、REACH 法规及我国环境保护方面的要求。

另外，由于近年来各生产企业的生产规模、实际产量都大幅增加，且用户的用量也大幅增加，国家标准 GB/T 4947-2003《工业赤磷》中检验规则的部分条款也远不能适应现在的实际情况，需结合国内超限超载等法规要求，根据运输实际情况进行调整。因此，GB/T 4947-2003《工业赤磷》标准已逐步成为制约行业发展瓶颈，修订该标准已迫在眉睫。

（三）主要工作过程

1、标准开题阶段（2026.1~2026.5）

1) 开展调查研究

全国化标委无机化工分会接到上级部门下达的修订 GB/T 4947-2003《工业赤磷》国家标准计划后，于 2026 年一季度进行了调研及资料准备工作。首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产、使用单位发函进行调查，广泛征求对标准修订工作的意见，在此基础上提出了文献小结。这期间，在天津市召开了修订标准工作方案会，参加会议的有包括中海油天津化工研究设计院有限公司在内的 5 家企业，方案会上各生产单位就各自的产能、生产工艺、产品质量和用户使用情况进行了介绍。与会代表就此标准的分类、用途、指标项目和指标参数、分析方法及检验规则、包装、贮存、运输等内容进行了深入、细致地讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细地安排。

2) 组建修订标准工作组

标准修订方案会上由会议组织单位提议成立修订标准工作组。工作组由云南江磷集团股份有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、贵州省产品质量检验检测院、云南浩鼎新材料有限公司、贵州胜泓威新材料科技有限公司、福泉泰力得磷化学有限公司、昆明理工大学等 11 家单位组成标准修订标准工作组。

3) 工作组分工情况

根据各起草单位实际情况，标准修订标准工作组安排相关起草单位的起草人员承担具体修订工作。分工情况见表 1。

表 1

序号	单位	人员	分工
1	云南江磷集团股份有限公司	黄国兴	负责国内外相关标准、技术资料的查阅、研究及行业调查，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案制定、数据统计分析、对标准过程稿件提出修改意见、工作进度控制等
2	中海油天津化工研究设计院有限公司	张凯	组织召开标准工作方案会、数据统计分析、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件工作，参与标准方案的制定，编写标准各阶段草案、组织召开标准工作会议、对标准过程稿件提出修改意见
3	贵州省产品质量检验检测院	钟宏波	参与标准方案的修订，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见、工作进度控制等
4	云南浩鼎新材料有限公司	王祥明	参与标准方案的修订，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
5	贵州胜泓威新材料科技有限公司	梁馨予	参与标准方案的修订，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
6	福泉泰力得磷化学有限公司	熊政治	参与标准工作方案的制定，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
7	贵州思远工程科技有限公司	李树芳	参与标准方案的修订，标准草案和编制说明的修改、审

			阅、研讨，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
8	雅安茂森新材料科技有限公司	张方	参与标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
9	昆明理工大学	王学谦	参与标准工作方案的制定，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨，参加工作会议讨论对标准过程稿件提出修改意见
10	云南江磷集团股份有限公司	饶志臻	负责国内外相关标准、技术资料的查阅、研究及行业调查，参加工作会议讨论
11	贵州省产品质量检验检测院	付娟	参与试验方案的讨论、负责并参与试验方法验证
12	云南浩鼎新材料有限公司、	徐文渊	参与试验方案的讨论、负责并参与试验方法验证
13	贵州胜泓威新材料科技有限公司	韩维玲	参与试验方案的讨论、负责并参与试验方法验证
14	福泉泰力得磷化学有限公司	白廷松	参与试验方案的讨论、负责并参与试验方法验证
15	贵州思远工程科技有限公司	陈万源	参与标准方案的修订，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
16	雅安茂森新材料科技有限公司	肖阳	参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
17	昆明理工大学	聂云祥	参与标准工作方案的制定，参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
18	中海油天津化工研究设计院有限公司	王彦	主要负责标准修订工作总体协调，负责资料收集、编写文献小结、工作进度控制等
19	贵州思远工程科技有限公司	罗开	参与标准方案的修订，标准草案和编制说明的修改、审阅、研讨参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
20	中海油天津化工研究设计院有限公司	陆思伟	参与标准方案的制定，编写标准草案（征求意见稿）、组织召开标准工作会议、对标准过程稿件提出修改意见
21	黔南布依族苗族自治州应急管理局黔南州应急救援中心	何世禹	参与标准方案的制定，编写标准草案、组织召开标准工作会议、对标准过程稿件提出修改意见
22	黔南布依族苗族自治州应急管理局黔南州应急救援中心	王飞	参加工作会议讨论、参与试验方法验证工作方案、对标准过程稿件提出修改意见
23	都匀市市场检验检测所	龚定旭	参与试验方案的讨论、负责并参与试验方法验证

4) 重要技术指标项目论证

通过前期对标准实施情况调研结果分析，现行标准中所涉及产品技术要求不能够完全满足生产和使用的需求，部分企业提出在现有产品技术要求的基础上增加新的指标项目，从而满足生产尤其是安全生产方面、下游用户的使用方面需要。通过对部分生产企业所提出的诉求进行再调研及论证，大部分企业均认为增加新的指标项目对工业赤磷行业及下游企业能够产生积极的正面影响。

5) 试验验证过程

本次修订针对新增加的指标项目（铁、砷、卤化物含量）增加了相应的试验方法。并对工作方案会上提出的试验方案进行试验验证。

经对工业赤磷产品按照标准草案中给出的方法（试验方案）进行实测，方案中给出的砷含量测定方法经试验验证，方法是可行的；铁含量的测定在试验方案中给出了两种方法（1,10 菲罗啉光度法的磺基水杨酸光度），经试验验证，1,10 菲罗啉光度法的试验验证数据较为准确、可靠；对于卤

化物含量的测定，方案中给出以硝酸溶解样品后，用硝酸银目视比浊法进行测定。经试验验证，该方法由于赤磷样品本身的干扰（溶液呈赤磷本身的红色），后续的目视比浊无法进行，故判定该方法不适用，需另行寻找可行的测定方法。

根据赤磷的理化特性，采用沸水萃取的方式，将赤磷产品中可溶性卤化物（Cl⁻离子）与赤磷样品分离（赤磷不溶于水），再采用硝酸银比浊法，测定出氯离子含量（限量法）。通过试验验证，测定过程基本没有赤磷（红色）的干扰，方法基本能够满足测定要求。

2、标准起草阶段（2026.5~2026.6）

根据前期调研、论证及试验验证情况，修订标准工作组起草了标准征求意见稿（草案）及相关附件，分发至各标准起草单位收集对标准草案的意见及建议。

3、标准征求意见阶段（2026.7~9）

1) 广泛征求意见

在起草阶段工作基础上，由负责起草单位对征求意见稿（草案）进行了进一步的讨论和修改，于2025年6月提出标准草案征求意见稿及编制说明，其后向无机化工分技术委员会的委员、生产企业、使用单位及检验检测、科研机构等单位发送了征求意见稿及编制说明，并在天津院官网上（www.trici.com.cn）及国家标准信息公共服务平台公开征求意见。

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）原则

1. 贯彻执行国家法律、法规、政策、方针；
2. 积极采用国际标准和国外先进标准；
3. 有利于促进技术进步，提高产品质量；
4. 有利于合理利用资源，提高经济效益；
5. 符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易。
6. 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

（二）依据

1. 国内外同类产品标准；
2. 目前国内生产企业的实际生产情况及产品质量数据（见附表2）；
3. 标准修订过程中的试验验证数据（试验报告）（见附件1）。

（三）标准体系

工业硫氢化钠在无机化工标准体系中的位置：

属于无机盐制造-非金属卤化物及硫化物 01-063-01-02-01-03-01

（四）确定国家标准主要内容的论据

1、关于指标项目的确定

目前国内工业赤磷产品的应用领域重点用于赤磷基阻燃剂，主要替代卤系阻燃剂。其次，还可作为农药生产的中间体合成其他含磷化合物；冶金工业作为还原剂或合金添加剂；化学品生产，如磷酸、磷化物等；发烟弹或烟雾生成及摩擦等领域。

以赤磷的重点应用领域赤磷基阻燃剂为例，由于卤系阻燃剂在燃烧时会产生有毒物质，世界各国提出了对卤系阻燃剂的使用限制。赤磷基阻燃剂作为磷系阻燃剂其优异阻燃效果得到了较大的发展和应用。随着应用领域转变，对产品质量提出了新的要求，尤其是要求对赤磷的生产过程中自身存在的砷含量、铁含量及卤化物含量等项目进行控制，以确保其在应用领域能够满足诸如欧盟 RoHS 指令、REACH 法规及我国环境保护方面的要求。经修订标准工作组全体成员协商一致，修订后的工业赤磷国家标准的指标项目及指标应符合下表要求。

项 目	指 标		
	优等品	一等品	合格品
赤磷 (P) w/%	≥ 99.0	98.5	97.5
黄磷 (以P计w/%)	≤ 0.005	0.005	0.010
游离酸 (以H ₃ PO ₄ 计) w/%	≤ 0.30	0.50	0.80
水分w/%	≤ 0.20	0.25	0.30
铁 (Fe) w/%	≤ 0.025	0.03	-
砷 (As) w/%	≤ 0.025	0.045	-
卤化物 (以Cl计) w/%	≤ 0.10	-	-
细度	供需协商		

2、关于试验方法的确定

本次修订针对新增项目的试验方法进行补充，补充的内容主要集中在铁、砷和卤化物含量的测定步骤的叙述上。这三个项目的测定原理分别是：

一、铁含量测定

1. 原理

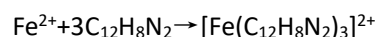
(1) 还原预处理

样品中的铁可能以 Fe³⁺形式存在，需先用还原剂（盐酸羟胺或抗坏血酸）将其还原为 Fe²⁺：



(2) 显色络合反应

在 pH2~9（通常控制 pH≈4.5 乙酸-乙酸钠缓冲液）的弱酸性介质中，Fe²⁺与 1,10-菲啰啉（phen）按 1:3 配位，生成稳定的橙红色三元螯合物[Fe(phen)₃]²⁺：



(3) 光度测定

该络合物在λ_{max}=508~510 nm 处有最大吸收，摩尔吸光系数 ε≈1.1×10⁴ L·mol⁻¹·cm⁻¹，吸光度 A 与 Fe 浓度符合朗伯-比尔定律，用标准曲线法定量。

2. 方法特点

项目	说明
优点	① 灵敏度较高（检出限约 0.01~0.03 mg/L，GB/T 3049 适用 10~500μgFe），适合微量铁测定； ② 选择性好，多数常见离子（Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、K ⁺ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 等）不干扰，配合物稳定常数高（lgK≈21）； ③ 操作简便、成本低，仅需可见分光光度计，试剂易得；

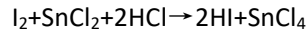
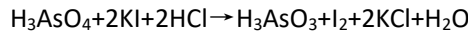
项目	说明
	④ 重现性好，显色完全后络合物可稳定数小时至数天。
缺点/局限	① 只与 Fe ²⁺ 显色，必须先还原且保证无 Fe ²⁺ 被空气氧化（需加足量还原剂并避光）； ② 干扰离子：大量 Co ²⁺ 、Ni ²⁺ 、Cu ²⁺ 会与菲罗啉配位产生干扰（可加柠檬酸盐掩蔽或萃取分离），高浓度磷酸根会延缓显色； ③ 不适用于高含量铁（>5 mg/L 需稀释）； ④ 显色受 pH 影响较大，pH<2 或 pH>9 络合不完全，须严格控制缓冲体系。

二、砷含量测定

1. 原理

(1) 样品消解/预还原

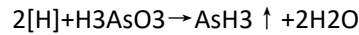
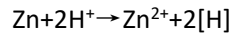
含砷有机物或难溶样品经湿法消解（HNO₃-H₂SO₄-HClO₄）或干法灰化，使其中 As(III)和 As(V)均转化为 As(V)，再加入 KI +SnCl₂还原剂将其还原为 As(III)，并预还原部分 I₂干扰：



直接用 Zn - 酸体系将 As(III/V)原位还原为 AsH₃，SnCl₂ /KI 的作用是保证 As(V)→As(III)，提高 AsH₃ 产率。

(2) 砷化氢（AsH₃）的生成

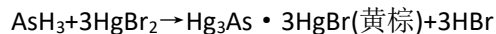
在酸性介质中，金属锌与盐酸（或硫酸）反应产生新生态氢，将 As(III)还原为 砷化氢气体（砷，AsH₃）：



（若样品含锑 Sb，会同时生成 SbH₃，需消除干扰）

(3) 斑痕显色反应

AsH₃气体遇溴化汞（HgBr₂）或氯化汞（HgCl₂）试纸/滤纸，生成黄褐色至棕黑色砷汞化合物（Hg-As-Hg 络合物），斑痕颜色深浅与砷量成正比：



(4) 定量方式

① 限量检查：与标准砷溶液（As₂O₃配制）同条件产生的标准砷斑比较，样品斑不深于某标样即为合格。

② 半定量：制备系列标准砷斑绘制"砷量-色斑深度（或灰度）"对照图，目视或扫描比对。

2. 方法特点

项目	说明
优点	① 设备简单，只需砷测定器（古蔡氏测砷管）、水浴、常规玻璃仪器，无需大型仪器； ② 灵敏度较高，目视可检低至 0.5~1 μg As（即 0.5 ppm 级，依取样量），满足大多数工业品的限量检查要求； ③ 专属性较好，在加入 KI/SnCl ₂ 并控制酸度下，常见阴阳离子一般不干扰；SbH ₃ 产生偏橙棕斑且出现较慢，可作区分；

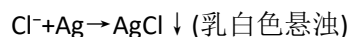
项目	说明
	④ 操作成熟、标准广泛引用（国标、行标、药典通用）。
局限性	① 半定量/限量为主，肉眼比色主观误差大，不宜作精确定量分析（精确定量需用 Ag-DDTC 吸收光度法或 AFS/ICP-MS）； ② 气态 AsH ₃ 剧毒，须在通风橱严格操作，反应废液含汞、重金属须专门收集处理； ③ 受温湿度、酸度、Zn 粒纯度/表面积、反应速度影响大，须严格平行操作； ④ 硫化物干扰：若样品含 S ²⁻ /SO ₃ ²⁻ 会产生 H ₂ S 使 HgBr ₂ 试纸变黑，需在反应瓶中加 Pb(Ac) ₂ 棉花吸收除去 H ₂ S。
适用场合	工业品（赤磷、无机盐、试剂）、食品添加剂、药品的 砷限量（≤x ppm）出厂检验

三、卤化物（以 Cl 计）测定

1. 原理

(1) 浊度生成反应

在稀硝酸酸性介质（pH≈1~2）中，样品中的氯离子（Cl⁻）与加入的硝酸银（AgNO₃）反应生成氯化银（AgCl）白色微细沉淀胶体悬浮液：



稀硝酸的作用：

- ① 消除 CO₃²⁻、PO₄³⁻、S²⁻等弱酸根与 Ag⁺生成沉淀的干扰；
- ② 抑制 Ag₂CrO₄、Ag₃PO₄ 等副沉淀；
- ③ 保持胶体 AgCl 适度分散，形成稳定浊度（避免快速聚沉）。

(2) 浊度比较与定量方式

① 限量检查：在相同条件下，样品管浊度不深于某一已知氯离子量的标准管，判为符合该限量。

② 半定量：与系列标准氯离子管（同体积、同酸度、同 AgNO₃ 量、同放置时间）进行自上而下目视比浊，取浊度最接近者计算含量，符合朗伯-比尔近似关系（低浓度区 $A \propto c$ ）。

2. 方法特点

项目	说明
✓ 优点	① 设备简单，只需纳氏比色管、比色架、普通实验室光源，无需仪器； ② 操作快捷，前处理（水萃取）完成后 10~15 min 可出结果； ③ 灵敏度适中，取 10g 样品时检出限可达≈0.5~1 mg/kg（ppm 级），满足工业赤磷、无机盐等常规限量检验要求； ④ 标准广泛认可，国标及药典均有收录，适合作为出厂限量检查/型式检验方法。
局限性	① 半定量/限量为主，靠人眼比浊存在主观误差（通常 ±20%~30%），精确定量需改用电位滴定、离子色谱或汞量法； ② 浊度受环境影响大：温度、酸度、AgNO ₃ 加入量、振摇程度、放置时间、光照均需严格一致； ③ AgCl 见光易变灰/聚沉，须在暗处放置、避免强光直射并及时比浊； ④ 干扰离子：Br ⁻ 、I ⁻ 、SCN ⁻ 也与 Ag ⁺ 生成沉淀使结果偏高；大量 NO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺ 可能影响胶体稳定性；S ²⁻ 须预先氧化去除； ⑤ 低浓度时浊度很淡，高含量时需减少取样或稀释后测定。

项目	说明
适用场合	工业品（赤磷、氢氧化钠、氯化钠、无机酸等）中 Cl ⁻ 的限量检查或粗略定量（≥ppm 级），不适合高纯/电子级痕量精确定量。

从上述各指标项目的测定方法原理看，本标准中所采用的测定方法均属于较为经典的方法，且这些均有对应 ISO 的通用方法标准。本次修订将针对新增的铁、砷、卤化物含量采用三述三种进行测定。通过采用样品实测数据分析，测定方法能够满足工业赤磷的分析要求。三种方法的确定为标准使用者提供了产品日常检验，操作人员可结合自身特点选择操作简便、结果准确、适用性强的方法，以提高检测效率和准确性。

4、其他

该产品被入了由原国家安全监管总局等 10 部门编制的《危险化学品名录》。因此，关于标准中针对危险化学品特性及危害的提示性警告内容结合《危险化学品名录》的要求进行相应的修改。

标准中的检验规则、标志、标签以及包装、运输、贮存等方面内容，同样是本次修订的主要工作之一，这些方面的内容修订密切结合目前产品的实际生产、应用情况及相关法律法规的要求进行商讨和研判，使这些方面的内容在修订后标准中与现实状况更加密切贴合。

5、与前版标准主要技术差异

本文件代替 GB/T 4947-2003《工业赤磷》，与 GB/T 4947-2003 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围；
- b) 更改了赤磷含量的计算公式，取消了公式中需要减去的黄磷含量。其原因是黄磷含量的测定是限量法，无法得到准确的黄磷含量。其次，由于标准要求的黄磷含量仅为 0.005~0.010%，即使采用准确测定黄磷含量的方法得到确切的（含量符合标准要求）测定结果，公式中减与不减基本不影响赤磷含量的结果判定。
- c) 增加了铁、砷、卤素的要求。增加这三个项目主要是为了适应生产下游产品（磷系阻燃剂产品）的要求。
- d) 增加了铁、砷、卤素的测定方法。

主要技术要求的变化见附表 1。

三、主要试验的分析、综述报告、技术经济论证、预期的经济效果

（一）对重要性能指标的分析

本次标准修订对标准的适用范围进行了调整，尤其是对目前工业赤磷的主要用途，重点突出了产品在磷系阻燃剂方面的应用。

本次标准修订的另一个重点就是针对产品在磷系阻燃剂应用方面的要求，在原指标项目的基础上，新增加了其应用领域的需要重点关注的指标项目的重要性分析：

工业赤磷（红磷）经微胶囊化/包覆处理后制成红磷阻燃剂（磷系阻燃剂的一种），用于 PA、PBT、PE、EVA 等高分子材料的无卤阻燃。赤磷中残留的 Fe（铁）、As（砷）、Cl⁻（氯离子）虽不改变红磷本身的阻燃机理，但会从生产加工稳定性和终端制品使用性能两方面带来明显负面影响。

一、铁（Fe）——最关键的有害金属杂质

➤ 对生产（阻燃剂制造及塑料加工）的影响

催化红磷氧化自燃：**Fe、Cu** 等过渡金属是红磷氧化反应的催化剂，会显著降低红磷的热稳定性，使赤磷在干燥、粉碎、微胶囊包覆时更容易升温自燃或爆炸，增加生产危险性。

加速包覆层老化：在微胶囊化过程中，**Fe** 杂质可能催化包覆树脂（酚醛、环氧树脂等）的热氧化降解，影响囊壳致密性和包覆率。

促进塑料加工降解：注塑/挤出时（**180~280℃**），**Fe³⁺**可作为聚合物热氧化降解的催化剂（尤其对 **PA、PBT** 等工程塑料），引起熔体流动指数异常升高、制品脆化。

➤ 对使用性能的影响

制品变色/外观缺陷：**Fe³⁺**在聚合物基体中呈黄褐至红褐色，导致浅色或黑色制品出现色斑、发红、不易染黑，影响高端外观要求。

电绝缘性能劣化：**Fe** 杂质吸湿后形成导电离子通道，使红磷阻燃的电线电缆、电子封装材料体积电阻率下降、介电强度降低，甚至引发击穿。

加速长期热氧老化：**Fe** 催化高分子链断链，使阻燃制品在长期热老化后力学性能衰减加快。

高品质微胶囊红磷要求 **Fe** 含量通常≤**0.01%~0.05%**，电子级要求更低，工业赤磷常需经酸洗+磁选除铁工序。

二、卤化物（以 **Cl⁻**计）——吸湿腐蚀与电性能杀手

➤ 对生产的影响

设备腐蚀：赤磷中 **Cl⁻**在湿法精制或包覆工序中引起不锈钢反应釜、管道的点蚀和应力腐蚀开裂，缩短设备寿命。

促进吸湿氧化：**Cl⁻**具强吸湿性，残留在赤磷表面会使其更易吸水，加速红磷缓慢氧化生成磷酸/亚磷酸，反过来进一步吸湿，形成恶性循环，导致微胶囊壳层过早失效。

➤ 对使用性能的影响

腐蚀金属嵌件：含 **Cl⁻**的红磷阻燃制品（如阻燃 **PA66** 连接器）在使用中 **Cl⁻**迁移至表面，引起铜端子、金属嵌件锈蚀，是电子电气应用中的主要投诉原因。

电性能严重下降：**Cl⁻**吸湿解离增大基体电导率，使 **CTI**（相比漏电起痕指数）降低、绝缘电阻下降，影响要求高 **CTI** 等级的电子部件。

促进基材酸解：**Cl⁻**协同红磷氧化产生的磷酸可催化某些聚酯类高分子（**PET/PBT**）的水解降解，影响长期耐热老化性能。

三、砷（**As**）——环保合规与催化隐患

➤ 对生产的影响

生产中 **As** 基本不影响红磷加工工艺性，但因 **As** 多为表面吸附态，在湿法酸洗时可同步部分脱除；若含量高会增加废水处理难度（剧毒 **As** 废水需专项处理）。

➤ 对使用性能的影响

环保法规不达标：**RoHS、REACH、WEEE** 等指令对电子电气材料中有害物质有严格要求（**RoHS** 限值 **As** 属关注物质），**As** 超标直接导致出口阻燃制品不符合环保认证。

潜在催化氧化：痕量 **As** 可轻微催化红磷氧化（影响小于 **Fe** 但存在），长期储存稳定性略降。

毒性风险：若赤磷在火灾中燃烧产生含 As 烟气，增加二次毒害风险（虽主产物为 P_4O_{10} 和 PH_3 ）。

四、综合影响

杂质	生产/制造影响	使用/制品影响
Fe（铁）	催化红磷氧化→自燃风险↑；催化包覆树脂/聚合物降解；设备磨损	制品变色偏红；电绝缘↓；加速热氧老化脆化
Cl ⁻ （氯化物）	设备应力腐蚀；促吸湿→包覆失效	腐蚀金属嵌件；CTI/绝缘电阻↓；促聚酯水解
As（砷）	废水处理难度↑	RoHS/REACH 不合规风险；潜在催化氧化；火灾毒害↑

五、结论

由上述分析可以看出，针对目前工业赤磷在重点领域的应用，修订后的标准增加铁、砷、卤化物（以 Cl 计）的指标是非常必要且重要的，这几个项目增加将对下游产品的生产和使用起到强有力地保障。

（二）技术经济论证

目前国内工业赤磷行业正处于转型期，国家标准的修订针对磷系阻燃的生产和应用起到了关键作用。

一、政策导向

行业转型：国内赤磷产业从“初级原料出售”向“高纯精深加工（微胶囊红磷阻燃剂）”转型，符合《推进磷资源高效高值利用实施方案》（工信部联原〔2023〕259号）中“延伸发展功能性磷化学品”要求。

标准驱动：现行 GB/T 4947-2003 正在修订后的《工业赤磷》国家标准中新增加了 Fe、As、Cl⁻ 等杂质限值，倒逼企业提升提纯工艺以匹配高端阻燃剂应用。

市场拉力：欧盟 RoHS/REACH、无卤化趋势推动 PA、PBT、线缆用微胶囊红磷需求，国内年需求增速约 10%~15%。

二、技术方案

环节	内容
关键工艺	湿法精细研磨→表面钝化→微胶囊包覆（酚醛/环氧/密胺树脂）→干燥筛分
质控要点	赤磷含量、游离酸、黄磷残留、Fe/As/Cl ⁻ 杂质（对应前文您问的三项检测）、包覆率、热稳定性
产品	微胶囊化红磷阻燃剂（添加量 3%~8% 可达 UL94 V-0，用于工程塑料/电线电缆）

三、技术可行性论证

工艺成熟：国内头部企业（云南江磷、海外 Clariant/Huber 技术引进而已国产化）微胶囊化技术已产业化，包覆率>95%，起始分解温度>300℃。

标准支撑：GB/T 4947 修订将明确高纯赤磷指标，配套 GB/T 3049（铁）、GB/T 610（砷）、GB/T 23945（氯化物）检测方法成熟，可保障原料入厂质控。

安全门槛：赤磷属易燃固体（UN1383），微胶囊包覆车间需防爆、惰性气氛保护、严格温湿度控制。

四、经济分析

项目	说明
增值幅度	工业赤磷原料约 1.5~2.5 万元/吨→微胶囊红磷阻燃剂售价约 4~8 万元/吨（电子级更高），附加值提升 2~3 倍
加工成本	提纯+包覆+干燥约 0.8~1.2 万元/吨（含能耗、包覆剂、人工、安全投入）
毛利率	中高端微胶囊红磷通常 20%~35%，高于普通工业赤磷（5%~10%）
敏感性	受黄磷价格波动、环保安全投入、下游塑料行业景气度影响较大

通过上述分析，工业赤磷国家标准的修订，将有力助推工业赤磷生产的转型升级，向着前景广泛磷系阻燃，尤其是高端的磷系阻燃剂领域拓展提供强有力的保障。

五、标准与合规价值

GB/T 4947 修订→强制提升产品中 Fe/As/Cl⁻ 的要求，赤磷产品品质的保障是合格阻燃剂前提，杂质超标将导致下游制品变色、电性能下降、RoHS 不合规，通过标准升级直接淘汰低质产能，利好合规深加工企业。

环保合规：微胶囊化大幅降低赤磷吸湿氧化风险和粉尘危害，满足危险货物运输及 REACH 附件 XVII 限制要求。

市场准入：只有符合新国标指标的赤磷才能进入电子电器、汽车用阻燃剂供应链，打破低端价格战困局。

（三）预期达到的经济效果

中国是世界上最大的工业赤磷的主要生产国，其产能占据了全球总产能的绝对优势份额，保守估计在 65%以上，产量/供应量份额约 65%~75%（2024 至 2025 统计数据）。调研数据及行业统计，国内工业赤磷（红磷）的消费结构中，阻燃剂是第一大下游应用，约占国内赤磷总消费量的 40%~45%（主流取 42%~43%），其余主要用于农药/磷化物中间体（约 18%~24%）、半导体/电子材料（约 15%~20%）、医药及其他。

国内工业赤磷下游消费结构（2024—2025 年均值）

下游领域	消费占比	说明
阻燃剂（微胶囊红磷/红磷母粒）	≈40%~45%（主流 42%~43%）	最大消费领域，用于 PA、PBT、PE、EVA 等工程塑料及线缆无卤阻燃
农药/磷化工中间体	≈18%~24%	有机磷农药、热法磷酸等
半导体/电子材料（高纯赤磷）	≈15%~20%	掺杂剂、封装材料等，量小价高
医药合成及其他（火柴、冶金等）	≈10%~15%	传统火柴用量已极少

一、直接经济效益——产品附加值提升

效果维度	具体表现
淘汰低端产能，溢价空间扩大	新标拟取消或边缘化低品级产品，强制高纯化（P≥99.0%，As≤0.005%），使合规赤磷可进入微胶囊阻燃剂、电子掺杂等高附加值领域，售价较普通工业赤磷提升 30%~80%
减少下游不合格损	严控 Fe（催化氧化变色）、As（RoHS 合规）、Cl ⁻ （腐蚀金属嵌件），降低阻燃塑料制品因变色、

效果维度	具体表现
失	电性能不达标导致的批次报废和索赔，间接节约下游用户质量成本
出口壁垒突破	对标 RoHS/REACH 杂质限值，国产高纯赤磷获欧盟、日韩高端市场准入资格，预计出口单价及份额双升

二、产业结构效应——倒逼升级与集中

加速落后产能出清：约 20%~30%无力承担酸洗/磁选除铁、废水除砷改造的中小装置被迫退出或兼并，行业 CR3~CR5 集中度提升，供需关系改善，龙头议价能力增强。

拉动深加工投资回报：高纯赤磷是新标核心受益产品，也是微胶囊红磷阻燃剂必需原料，标准升级→高纯品普及→阻燃剂深加工毛利维持 20%~35%，验证前期技术经济论证结论。

降低社会交易成本：统一并完善试验方法（喹钼柠酮重量法测 P、分光光度法测 Fe/As、AgNO₃ 比浊法测 Cl⁻），减少供需双方质量争议和重复检测费用。

三、安全、环保与隐性经济效益

包装运输规范化（适应现行超限超载法规、阻燃防潮要求）降低储运中吸湿自燃、泄漏事故概率，减少保险赔付及停产损失。

检测方法科学化（黄磷残留比色法替代旧滴定法，灵敏度更高）提前发现未转化白磷隐患，避免因赤磷自燃引发的安全生产事故——此类事故单次损失往往远超产品本身价值。

四 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、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

通过多渠道（包括国内外标准网站、各类 Ai 搜索工具）查找，目前没有收集到国际、国外对应产品的相关标准，本次修标无标可采。国内相关的企业主要是按照 GB/T 4947-2003《工业赤磷》国家标准的要求组织生产，部分企业由于产品品质及应用领域的市场需求，按照企业标准组织生产。

本次修标，在现行标准 GB/T 4947-2003《工业赤磷》基础上，充分结合我国产业政策、行业发展及用户使用要求，以及我国工业赤磷产品生产使用实际情况对现行标准进行修订。修订后，项目设置合理，产品品质提升，突出应用领域，试验方法均采用经典、科学、先进的方法，可操作性强，测定结果科学、精确、稳定、可靠。

综合分析，本标准达到国内先进水平。

五 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

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

六 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《征求意见稿意见汇总处理表》。

七 涉及专利的有关说明

在标准编制过程中，标准起草小组调研了相关技术的专利情况，未发现有涉及专利的情况。

八 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

GB/T 4947-2003《工业赤磷》为推荐性国家标准，本次标准修订后仍为推荐性国家标准。

九 贯彻国家标准的要求和措施建议

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。标准实施后组织对新版标准进行宣贯，使相关单位了解标准内容，促进标准顺利实施。

十 废止现行有关标准的建议

本标准发布、实施后，建议 GB/T 4947-2003《工业赤磷》废止。

十一 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。《工业硫氢化钠》国家标准经审查，不存在违反《公平竞争审查条例》规定的内容。

十二 其他应予说明的情况

本标准不存在侵犯相关国际、国外及国内机构版权的情况。

修订《工业赤磷》国家标准起草小组

2026.6

附件 1

修订《工业赤磷》国家标准试验方法验证报告

(云南江磷集团股份有限公司)

赤磷含量、黄磷含量、游离酸含量、水份含量的测定为成熟方法，无需验证，我们对新增的指标的测定方法进行了验证：

1、卤化物测定的验证

我们根据《工业赤磷》国家标准草案的方法，称取 $1.00 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ 样品，置于 50ml 比色管中，加水至体积约 20ml，充分摇匀。加 2ml 硝酸溶液，放置 10 分钟，过滤，加 1ml 硝酸银溶液，用水稀释至刻度，摇匀，放置 10 分钟后，与氯化物标准比浊液比较。试验溶液的浊度不大于标准比浊液所呈浊度。

验证结论为：由于赤磷为红褐色，样品加水和硝酸后，溶液为红褐色，严重干扰了卤化物与加入的硝酸银形成的卤化银悬浊液的颜色，导致无法进行测定，我们还对溶液进行了过滤，但红褐色仍无消除，故工作会上所提供的试验方法不适用，需另寻找可行的测定方法。

2、砷含量测定方法的验证

由于没有标准样品，我们采用云南江磷集团股份有限公司质检样进行验证，质检样由多名化验员分析后平均值，本次验证质检样砷含量为 0.0247%。

2.1 准确度精确度验证

共检测 6 次：0.0262%、0.0228%、0.0256%、0.0227%、0.0249%、0.0263%

测定平均值： $\bar{x} = 0.02475\%$

相对误差（准确度）

相对误差=0.20%

标准偏差（SD）

$s = 0.001628\%$

相对标准偏差（RSD，精密度）

RSD=6.58%

简要评价

准确度：相对误差仅 0.20%，准确度优秀；

精密度：RSD=6.58%，针对微量砷含量检测，该波动在可接受范围内。

2.2 加标回收验证

标准加入量 50 微克，与样品同时处理

检测结果为：0.0289、0.0292、0.0295、0.0298、0.0291、0.0297

加标回收率为：92%、98%、104%、110%、96%、108%

加标回收率 92-108%，符合微量元素测定要求

3、铁含量测定方法验证

由于没有标准样品，我们采用云南江磷集团股份有限公司质检样进行验证，质检样由多名化验员分析后平均值，本次验证质检样砷含量为 0.0107%。

3.1 1，10—菲罗啉分光光度法

3.1.1 准确度和精确度验证

共检测 6 次：0.0105、0.0108、0.0112、0.0102、0.0098、0.0097

平均值：0.010367%

相对误差（准确度）：-3.12%

标准偏差：0.000582%

相对标准偏差 RSD（精密度）：5.61%

结果评价

属于微量组分检测，相对误差、RSD 均在常规允许范围内，方法准确度与精密度合格。

3.1.2 加标回收验证

标准加入量 200 微克，与样品同时处理

检测结果为：0.0308%、0.0299%、0.0317%、0.0295%、0.0317%、0.0297%

加标回收率为：100.5%、96%、105%、94%、96%、95%

加标回收率 94~105%，符合微量元素测定要求。

3.2 磺基水扬酸分光光度法

加标回收率：48%、32%、41%、43%、49%、42%、34%

加标回收率较低，建议暂不采用此方法，如需采用，还需其他单位进行验证。

附表 1

国内外标准指标对照表

标准	GB/T 4947-20XX			GB/T 4947-2003		
项目	指标			指标		
	优等品	一等品	合格品			
赤磷 (P) w/% \geq	99.0	98.5	97.5	99.0	98.5	97.5
黄磷 (以P计) w/% \leq	0.005	0.005	0.010	0.005	0.005	0.010
游离酸 (以H ₃ PO ₄ 计) w/% \leq	0.30	0.50	0.80	0.30	0.50	0.80
水分 w/% \leq	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30
铁 (Fe) w/% \leq	0.025	0.03	-	-	-	-
砷 (As) w/% \leq	0.025	0.045	-	-	-	-
卤化物 (以Cl计) w/% \leq	0.10	-	-	-	-	-
细度	供需协商			供需协商		

附表 2

云南江磷集团股份有限公司工业赤磷产品分析报告 2025 年 1 月-12 月

生产日期	分析结果 (%)									
	赤磷含量	黄磷含量	水份	游离酸	细度				铁含量	砷
					40 目	60 目	100 目	150 目		
2025.1	99.19	0.002	0.05	0.05				90.8	0.0095	0.0188
2025.2	99.04	0.002	0.04	0.03	83.8 (200 目)				0.0144	
2025.3	99.17	0.002	0.04	0.05			99.6		0.0116	0.0197
2025.4	99.35	0.001	0.02	0.02		73.6			0.0059	0.0206
2025.5	99.22	0.002	0.07	0.08				90.4	0.0119	0.0174
2025.6	99.43	0.001	0.06	0.05		74.6			0.0073	0.0185
2025.7	99.14	0.003	0.05	0.05				91.6	0.0184	0.0197
2025.8	99.36	0.003	0.04	0.07				91.4	0.0102	0.0211
2025.9	99.36	0.003	0.06	0.07				92.4	0.0147	0.0201
2025.10	99.66	0.001	0.07	0.01		72.6			0.0058	0.0191
2025.11	99.60	0.001	0.02	0.02		96.4	73.6	27.4	0.0044	0.0195
2025.12	99.24	0.002	0.04	0.04				90.6	0.0124	0.0190

附表 2 (续)

云南江磷集团股份有限公司工业赤磷产品分析报告 2026 年 1 月-5 月

生产日期	分析结果 (%)									
	赤磷含量	黄磷含量	水份	游离酸	细度				铁含量	砷
					40 目	60 目	100 目	150 目		
2026.1	99.07	0.003	0.04	0.04				92.2	0.0120	0.0188
2026.2	99.13	0.003	0.06	0.05				92.0	0.0130	0.0191
2026.3	98.85	0.002	0.06	0.07				93.2	0.0160	0.0203
2026.4	99.73	0.001	0.01	0.01		94.6	57.0	11.0	0.0105	0.0225
2026.5	99.17	0.002	0.05	0.06				92.2	0.0133	0.0216