

制定高纯硼酸化工行业标准编制说明 (征求意见稿)

一 任务来源

根据工业和信息化部工信厅科〔2023〕291号《2023年第三批行业标准制修订和外文版项目计划》，在2024年完成《高纯硼酸》化工行业标准的制定工作，计划编号为2023-0626T-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。本标准的起草单位有：

二 制定标准的意义

高纯硼酸用于高硼硅玻璃、军工、玻璃、搪瓷、陶瓷、化学试剂、医药、冶金，也可用作色谱分析试剂，用于玻璃(光学玻璃、耐酸玻璃、耐热玻璃、绝缘材料用玻璃纤维)工业，可以改善玻璃制品的耐热、透明性能，提高机械强度，缩短熔融时间。在搪瓷、陶瓷业中，用以增强搪瓷产品的光泽和坚牢度，也是釉药和颜料的成分之一。冶金工业中作添加剂、助溶剂，特别是硼钢具有高硬度和良好的轧延性，可以代替镍钢。高纯硼酸在人造宝石、电容器、化妆品的制造方面都用到它。高纯硼酸对可溶性盐类杂质成分要求高，对制备高纯硼酸技术的要求比较高，现有的生产工艺只能得到工业级硼酸，通过改进和优化工业级硼酸的物理、化学性质等指标进一步净化工业级硼酸制得高纯度硼酸。

原材料工业是国民经济的基础和支柱产业，其发展水平直接影响着制造业发展的质量和效益。本标准结合高纯硼酸行业的要求，合理设置指标项目及参数，规范硼酸的产品质量，可为上下游行业健康发展提供重要的技术支撑和科学依据，对推动下游行业产品质量不断进步，促进上下游产业链健康可持续发展奠定基础。通过高纯硼酸标准制订，对推广先进生产技术、规范产品质量、指导企业生产、解决高端专用化学品技术瓶颈、避免低端产品通过价格竞争扰乱行业秩序具有十分重要的意义。

三 产品概况

1 产品的性质

物理性质：硼酸是三氧化二硼的三水合物($B_2O_3 \cdot 3H_2O$)，为白色粉末状结晶或三斜轴面带光泽的鳞片状结晶，有滑腻手感，无臭味。密度为 $1.435g/cm^3$ ，能溶于水、甲醇、乙醇、甘油、乙醚及香精油中，硼酸在水中的溶解度随温度的升高而增大。水溶液呈弱酸性，为三级电离。在无机酸中的溶解度要比在水中的溶解度小，故此在常温下，用无机酸能将其从它的盐类中置换出来。加热至 $(70 \sim 100)^\circ C$ 时逐渐脱水成偏硼酸， $(150 \sim 160)^\circ C$ 时成焦硼酸， $300^\circ C$ 成硼酸酐(B_2O_3)。

化学性质：硼酸是很弱的无机酸，有时也表现出微弱的碱性。在脱水剂如浓硫酸存在时，硼酸与低级醇反应生成酯类。当硼酸与酯类化合物在无色的本生灯火焰中燃烧时，会使火焰呈现绿色。

硼酸与多羟基化合物(甘露醇和蔗糖)反应，生成离解度较大的甘露醇硼酸酯和糖硼酸，根据此性质可对硼酸进行定量分析。

毒性与安全：硼酸自身的毒性较小，只有在误食50g以上，才有中毒现象反映，主要损害中枢神经。硼酸未列入《危险化学品目录02版》，但被列入《危险化学品目录15版》中。

在生产过程中，尤其是酸法制取硼酸，对操作人员的危害较大，如硫酸法在生产过程有三氧化硫产生，三氧化硫与蒸汽作用，形成酸雾。盐酸法生产过程有盐酸气扩散，硝酸法生产有NO和NO₂产生，这些酸气不但对设备腐蚀严重，而且对人的眼睛和呼吸道有刺激作用，可使结膜充血、

咳嗽、呼吸困难、声带痉挛，严重时引起支气管炎及肺炎，甚至窒息。

在酸法制取硼酸操作过程中，要求操作人员应戴好防护用品，保持现场良好的通风，尤其是硼酸干燥工序，不但防止酸气的伤害，还要有防尘和降低噪音的设施。

2 产品的用途

硼酸作为众多含硼化合物中的重要一员其在航空航天、能源（如核电）、新材料、光电通信、化工、医疗、轻工、冶金和农业领域一直发挥着重要作用。

硼酸是高硼硅酸盐玻璃不可或缺的关键原料，其使用赋予高硼硅酸盐玻璃良好的热稳定性、化学稳定性、良好的机械性能、工艺性能及光学性能等。高硼酸盐生产的产品包括照明器材、实验室器皿、玻璃炊具、太阳能集热管、医疗器具、液晶显示屏、空心玻璃管、药用玻璃、光学仪器玻璃、太阳能电池等等。高硼硅酸盐玻璃行业对硼酸的产品质量有着较高的要求，尤其是对产品中铁、镍、钴、铜等金属杂质、氯化物、硫酸盐的含量要求较高，上述指标超标，会对玻璃制品的透明度、透光率、坚实度等造成严重影响。

核工业是国家重视的高科技战略产业，核能是保障能源安全、优化能源结构、实现绿色低碳发展的必然选择。在核能领域由于硼-10 同位素具有吸收中子的特性，使其成为控制核反应屏蔽核辐射的重要材料，硼酸水溶液作用于压水堆核电站的一水回路中作为中子慢化剂、捕集剂和循环系统冷却剂，不仅保障核反应运行安全，还可省去大量控制棒，简化堆芯布置和反应堆压力容器顶部结构，此处的硼酸要求为核电级高纯硼酸，要求其杂质含量在 ppm 级。硼酸中通常含有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 PO_4^{3-} 及 SiO_2 等杂质，容易引起沉积物生成和设备腐蚀，影响设备性能和寿命，因此在核电应用中对其含量要求极其严格。

在硼酸铁锂正极材料的制备过程中，需要采用不同的硼源、锂源和铁源进行配制，其中硼源包括硼酸等，纯度低的硼酸的添加，会严重影响硼酸铁锂正极材料的纯度控制，进而影响锂电池的电化学性能。

电容器硼酸主要用于电解电容器生产。

高纯硼酸还用作高纯试剂及生产各种高纯硼酸盐晶体的原料，在高科技领域中应用较广。

3 生产工艺

各国生产硼酸的方法不尽相同，主要取决于硼矿资源的特点。但基本上以酸法为主，如美国，土耳其和前苏联都是采用硫酸法加工天然硼砂、斜方硼砂、硬硼钙石及纤维硼镁矿。除硫酸法外，还有碳氨法、电解电渗析法、有机溶剂萃取法、蒸汽蒸馏法、多硼酸钠法等。

目前高纯硼酸的生产主要有重结晶法、和离子交换法、还有以硬硼酸钙矿为原料利用混合酸法制备高纯硼酸等。

① 重结晶法

工业硼酸溶解于高纯水中，经保温、过滤、浓缩、冷却析晶、离心、干燥、过筛制得。

② 离子交换法

是将待处理溶液以一定的流速通过离子交换树脂床层，在流动过程中，溶液中的杂质和离子交换树脂表面的活性基团发生交换、吸附或者两者的混合的过程，从而达到分离杂质的目的。碱性离子交换树脂可以吸收硼酸与水作用产生的阴离子，所以酸化的阳离子交换树脂适合于脱除硼酸中的金属杂质，而阴离子交换树脂可用于富集硼酸，阴阳离子混合柱已经用于纯化以及浓缩硼酸。

③ 络合法

络合法是使用合适的络合剂和溶液中微量的金属阳离子发生络合反应，生成稳定且容易分离的络合物，从而实现杂质的分离。络合法根据被纯化体系的性质选择一种合适的络合剂使其能与目标金属离子形成络合物且性质稳定，要求络合剂络合容量大、化学稳定性强、易于反萃或分离等。

④ 酯化-蒸馏法

酯化蒸馏法是基于含硼化合物和醇发生酯化反应，通过蒸馏得到酯化物，再通过水解而得到高纯硼酸。酯化蒸馏法使用原料难以制备且大多比较昂贵，工艺过程较为复杂，纯化过程中容易引入杂质，但是能够得到较高纯度的硼酸。

⑤ 萃取法

中国科学院青海盐湖研究所将青海海西州盐湖企业生产的半成品粗硼酸经萃取余液加热溶解后，滤去机械杂质，滤液冷却结晶，过滤洗涤后，通过带式过滤器过滤，滤液以混合醇离心萃取剩余硼酸后，与一次冷却结晶压滤得到的滤饼混合溶解调浆，经过二次冷却结晶后，通过带式过滤器，得到的滤饼即为高纯硼酸。

此外还有电化学法、膜分离法、水解重结晶法。

四 编制标准的原则

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

五 编制标准的依据

- 1 国外先进国家标准；
- 2 GB/T 538—2018、GB/T 12684—2018；
- 3 编制过程中的试验数据。

六 国内外标准资料

目前收集到的国内外相关硼酸的标准有：俄罗斯标准ГОСТ 18704—78（1992年第三次修改）《硼酸技术条件》，分四个类别，其中B类又规定了两级别。光学玻璃制造，光学玻璃制造和其它特殊用途；A，电解电容器；B玻璃纤维生产、光学玻璃、医药和其他用途；B，玻璃制造、生产陶瓷和瓷釉硼砂、肥料以及其它含硼产品的制造。设定了硼酸含量、水不溶物含量、硫酸盐含量、铁含量、重金属含量、钙含量（B不规定）、砷含量（B不规定）、磷酸盐含量（B不规定）、筛余物（B及B2级不规定）、在乙醇处理下不挥发残渣含量（A规定）、染色杂质含量（钒、钴、锰、铜、镍、铬仅光学玻璃制造进行了规定）。

英国标准 BS 3476：1980（88）《工业硼酸和氧化硼规格》，规定了硼酸的外观、硼酸含量不小于99.5%、气味和溶液酸度，四项指标。

美国国家标准 ANSI PH 4.103—1985《照相级结晶硼酸》，设定硼酸含量、重金属(以Pb计)含量不、铁(Fe)含量、对氨性硝酸银反应和溶液外观。

BS 5688：Part 0～Part 29《工业用硼酸、氧化硼、硼砂、过硼酸钠和粗硼酸钠》系列标准中相关标准部分；法国标准 NF T 20—563 1985《工业硼酸试验方法》；

我国现行标准是 GB/T 538—2018《工业硼酸》及 GB/T 12684—2018《工业硼化物 分析方法》。GB/T 538—2018《工业硼酸》分两类，I 类产品为一般工业用，分优等品、一等品、合格品三个等级，设硼酸、水不溶物、硫酸盐、氯化物、铁、氨和重金属七项指标。II 类产品为核工业用，设硼酸、水不溶物、硫酸盐、氟化物、氯化物、磷酸盐、钠、铁、钙、镁、铝、硅、砷、重金属。

经比对，俄罗斯标准根据产品用途不同进行了分类，并设定相关指标，指标设置针对性强，较为全面。

国内外标准指标对比见附表 1 和附表 2。

七 制定标准的简要过程

全国化学标准化技术委员会无机化工分会接到制标任务后，查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产单位和使用单位发函，进行调查并广泛征求对制标的意见，在此基础上提出了文献小结。2024 年 3 月在成都召开了制定标准工作方案会。

2024 年 6 月由负责起草单位提出了标准征求意见稿（草案）、编制说明及其附件，发送给委员和生产厂征求意见，并在 www.trici.com.cn 网上公开征求意见。

八 标准内容的确定

8.1 范围

高纯硼酸主要用于核工业，还用作光学玻璃、电容器、锂电池正极材料添加剂及生产其他硼化合物等的原料。

8.2 指标确立依据及说明

外观：白色粉末状结晶或带光泽结晶。

8.2.1 分类

GB/T 538—2018《工业硼酸》分两类，I 类产品为一般工业用，分优等品、一等品、合格品三个等级，II 类产品为核工业用。

ГОСТ 18704—78（第三次修改自 1992 年 1 月 1 日起）《硼酸技术条件》中规定了四个类别，其中 B 类又规定了两级别。光学玻璃制造，光学玻璃制造和其它特殊用途；A，电解电容器；B 玻璃纤维生产、光学玻璃、医药和其他用途；B，玻璃制造、生产陶瓷和瓷釉硼砂、肥料以及其它含硼产品的制造。

本标准的制定，高纯硼酸按用途分为 3 类：I 类主要用于核工业；II 类主要用于生产光学玻璃；III 类主要用于电子工业等。

8.3 标准中要求的确定

硼酸水溶液作用于压水堆核电站的一水回路中作为中子慢化剂、捕集剂和循环系统冷却剂，保障了核反应运行安全，此处的硼酸要求为核电级高纯硼酸，硼酸中通常含有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 PO_4^{3-} 及 SiO_2 等杂质，容易引起沉积物生成和设备腐蚀，影响设备性能和寿命，因此在核电应用中对其含量要求极其严格。硼酸用于光学玻璃，影响玻璃制品的透明度、透光率、坚实度等的杂质有：铁、镍、钴、铜、铬、锰、氯化物、硫酸盐。本标准的制定指标要求的设置见表 1。

表 1

项 目	指 标		
	I 类	II 类	II 类
硼酸 (H_3BO_3) w/% \geq	99.9	99.9	99.9
水分	—	0.2	—
水不溶物 w/% \leq	0.005	0.005	—
硫酸盐 (以 SO_4 计) / (mg/kg) \leq	3	400	400
氟化物 (以 F 计) / (mg/kg) \leq	2	—	2
氯化物 (以 Cl 计) / (mg/kg) \leq	1	10	100
磷酸盐 (以 PO_4 计) / (mg/kg) \leq	5	—	10
钠 (Na) / (mg/kg) \leq	5	—	—
铁 (Fe) / (mg/kg) \leq	2	0.7	10
钙 (Ca) / (mg/kg) \leq	5	—	10
镁 (Mg) / (mg/kg) \leq	5	—	10
铝 (Al) / (mg/kg) \leq	5	—	—
钴 (Co) / (mg/kg) \leq	—	1	—
镍 (Ni) / (mg/kg) \leq	—	1	—
铜 (Cu) / (mg/kg) \leq	—	1	—
铬 (Cr) / (mg/kg) \leq	—	1	—
锰 (Mn) / (mg/kg) \leq	—	1	—
硅 (以 SiO_2 计) / (mg/kg) \leq	10	—	—
砷 (As) / (mg/kg) \leq	2	—	2
重金属 (以 Pb 计) / (mg/kg) \leq	2	—	10
硼 ($^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$) 丰度比 \geq	0.244	—	—

8.4 试验方法的确定

8.4.1 硼酸含量

硼酸含量的测定采用 GB/T 12684—2018 工业硼化物 分析方法中硼酸含量的测定，即用甘露醇（或转化糖）强化硼酸，以酚酞作指示剂，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定。

8.4.2 水不溶物

水不溶物含量的测定采用 GB/T 12684—2018 工业硼化物 分析方法中水不溶物的测定—重量法。

8.4.3 硫酸盐、氟化物、氯化物、磷酸盐

采用离子色谱法进行测定，试样溶解后，试验溶液中的待测阴离子经阴离子色谱柱交换分离，

用抑制型电导检测器检测，根据保留时间定性，以峰高或峰面积定量。

8.4.4 钠、铁、钙、镁、铝、钴、镍、铜、铬、锰、硅含量的测定

阳离子的测定采用电感耦合等离子体发射光谱，试样溶解后，使用电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES），采用标准加入法测定试样中各阳离子含量。

8.4.5 砷含量

砷含量的测定采用 GB/T 12684—2018 工业硼化物 分析方法中砷含量的测定 原子荧光法，砷在硼氢化钾溶液还原作用下，生成砷化氢气体。在氩氢火焰中形成基态原子，在元素灯发射光的激发下产生原子荧光，原子荧光强度与样品中砷含量成正比，使用标准曲线法进行测定。

8.4.6 重金属含量

重金属含量的测定采用 GB/T 12684—2018 工业硼化物 分析方法中重金属含量的测定，用酒石酸钾钠掩蔽易水解的高价金属离子，在碱性介质中，用硫代乙酰胺水解出的硫化氢与重金属离子作用，溶液呈棕黄色，与标准比色溶液比较，确定重金属含量。

8.4.7 硼（ $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ ）丰度比

硼（ $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ ）丰度比的测定采用 GB/T 12684—2018 工业硼化物 分析方法中硼（ $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ ）丰度比的测定，采用电感耦合等离子体质谱仪，样品在等离子体中电离后，通过磁场分离，进入法拉第接收器，质谱根据法拉第接收器接收到的质量数 10、11 的硼同位素离子流强度计算出其比值。由质谱输出的比值数据，经过修正、计算可得硼同位素丰度比。

九 其他内容

9.1 批量

生产厂用相同材料，基本相同的生产条件，连续生产或同一班组生产的同一类别、同一等级的硼酸为一批。每批产品不超过 50 t。

9.2 标志标签

目前硼酸只作为危险化学品管理，不作为危险货物管理。

高纯硼酸包装袋上要有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、类别、净含量、批号（或生产日期）、本标准编号及 GB/T 191—2008 的第 2 章中规定的“怕雨”及“怕晒”标志。

每批出厂的高纯硼酸都应附有质量证明书，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、类别、净含量、批号（或生产日期）、产品质量符合本标准的证明和本标准编号

9.3 检验规则、包装、运输、贮运

硼酸的物化性质决定了硼酸在运输过程中应防潮、防雨、防晒，并不得与酸性、易燃物、氧化剂和食品、饲料类货物混运，硼酸应贮存于阴凉、干燥的库房中、不得与氧化剂、强碱及碱金属同贮。

高纯硼酸采用双层包装，内袋为聚乙烯塑料薄膜袋，用维尼龙绳或其它质量相当的绳扎紧，或用与其相当的其它方式封口。外袋为塑料编织袋，或采用覆膜塑料编织袋、防潮复合纸袋单层包装，用维尼龙绳线或其它质量相当的线缝口，缝线整齐，针距均匀，无漏缝或跳线现象。如需特殊包装，

供需双方另行协商。每袋净含量 25kg 或 50 kg。或根据用户要求确定包装方式和净含量。

高纯硼酸在运输过程中应防潮、防雨、防晒，并不得与酸性、易燃物、氧化剂和食品、饲料类货物混运。

高纯硼酸应贮存于阴凉、干燥的库房中、不得与氧化剂、强碱及碱金属同贮。

十 标准属性

本标准为您推荐性标准。

附表 1:

国内外标准指标对比表

		GB/T 538—2018				ГОСТ18704—78(92)					BS 3476: 1980(88)	ANSI PH4.103—1985
		I类			II类	光学玻璃 制造	Λ	Б	B			
		优等品	一等品	合格品					1 级	2 级		
外观		白色粉末状结晶或三斜轴面鳞片状带光泽结晶				松散的白色小颗粒结晶粉末					白色结晶	白色结晶粉末或颗粒
硼酸(H ₃ BO ₃)含量, % ≥		99.6 ~ 100.8	99.4 ~ 100.8	≥99.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.6	99.6	99.5	99.5
水不溶物含量, % ≤		0.010	0.040	0.060	0.0050	0.005	合格	0.005	0.01	0.04		合格（溶液外观）
硫酸盐(以 SO ₄ 计)含量, % ≤		0.10	0.20	0.60	3 (ppm)	0.008	0.0005	0.008	0.2	0.5		
氯化物(以 Cl 计), % ≤		0.010	0.050	0.10	1 (ppm)	0.001	0.0001	0.001	不规定			合格
铁(Fe)含量, % ≤		0.0010	0.0015	0.0020	2 (ppm)	0.0003	0.0002	0.0005	0.002	0.003		0.002
氨 (NH ₃)含量 ^注 , % ≤												合格
重金属(以 Pb 计)含量, % ≤		0.0010	—	—	2 (ppm)	0.001	0.0005	0.001	0.001	不规定		0.005
钠 (Na) / (mg/kg)					10							
钙(Ca) / (mg/kg) ≤					10	0.005%	0.001%	0.005%		不规定		
镁 (Mg) / (mg/kg)					10							
铝 (Al) / (mg/kg)					5							
硅 (以 SiO ₂ 计) / (mg/kg)					10							
砷 (As) / (mg/kg) ≤					2	0.0002%	0.0001%	0.0002%		不规定		
磷酸盐 (以 PO ₄ 计) / (mg/kg) ≤					10	0.001%	0.001%	0.001%		不规定		
氟化物 (以 F 计) / (mg/kg)					2							
硼 (¹⁰ B/ ¹¹ B) 丰度比 ≥					0.244							
在乙醇处理下不挥发残渣含量, %≤						不规定	0.05	不规定	不规定	不规定		
试验筛筛余物, %	04K 号≤					10	不规定	10	15	不规定		
	0063 号≥					70	不规定	70	75	不规定		
染色杂质含量, % ≤	钒					0.0005	不规定					
	钴					0.000003						
	锰					0.0003						
	铜					0.00005						
	镍					0.00001						
	铬					0.00002						
气味											无味	
酸性 (20g/L)											甲基红显色	

附表 2:

国内外标准试验方法对比表

		GB/T 538—2018	ГОСТ 18704—78(92)	BS 3476: 1980(88)	ANSI PH4.103—1985	GB/T 628-2011	本标准制定
外观		白色粉末状结晶或三斜轴面鳞片状带光泽结晶	松散的白色小颗粒结晶粉末	白色结晶	白色结晶粉末或颗粒	无色透明结晶或白色粉末	白色粉末状结晶或带光泽结晶
硼酸(H ₃ BO ₃)含量, %		甘露醇酸碱滴定	甘露醇酸碱滴定	酸碱滴定	酸碱滴定	电位滴定法	甘露醇酸碱滴定
水不溶物含量, %		重量法	重量法	—	目视法	重量法	重量法
硫酸盐(以 SO ₄ 计)含量, %		目视比浊、离子色谱法	光电比色法	—	—	目视比浊法	离子色谱法
氯化物(以 Cl 计), %		汞量法、离子色谱法	目视比浊、光电比浊法	—	—	目视比浊法	离子色谱法
铁(Fe)含量, %		分光光度法、ICP-OES	分光光度法	—	分光光度法	分光光度法	ICP-OES 标准加入法
氨(NH ₃)含量 ^注 , %		—	—	—	目视比色法	—	—
重金属(以 Pb 计)含量, %		目视比色法	目视比浊法	—	目视比浊法	铅原子吸收标准加入	目视比色法
钠(Na) / (mg/kg)		ICP-OES 标准加入法	—	—	—	原子吸收标准加入法	ICP-OES 标准加入法
钙(Ca) / (mg/kg)		ICP-OES 标准加入法	光电比色法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
镁(Mg) / (mg/kg)		ICP-OES 标准加入法	—	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
铝(Al) / (mg/kg)		ICP-OES 标准加入法	—	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
硅(以 SiO ₂ 计) / (mg/kg)		ICP-OES 标准加入法	—	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
砷(As) / (mg/kg)		原子荧光法	砷斑法	—	—	砷斑法、银盐法	原子荧光法
磷酸盐(以 PO ₄ 计) / (mg/kg)		离子色谱法	分光光度法	—	—	磷钼蓝分光光度法	离子色谱法
氟化物(以 F 计) / (mg/kg)		离子色谱法	—	—	—	—	离子色谱法
硼(¹⁰ B/ ¹¹ B)丰度比		ICP-MS	—	—	—	—	ICP-MS
在乙醇处理下不挥发残渣含量, %		—	重量法	—	—	—	—
试验筛筛余物, %	04K 号	—	机械振动筛	—	—	—	—
	0063 号						
染色杂质含量, % ≤	钒	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
	钴	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
	锰	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
	铜	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
	镍	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
	铬	—	摄谱法	—	—	—	ICP-OES 标准加入法
气味		—	—	—	无味	—	—
酸性(20g/L)		—	—	—	甲基红呈酸性	—	—

2023 年广东光华科技股份有限公司高纯硼酸质量月报

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
硼酸 (H ₃ BO ₃) w/%	100.0	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
水不溶物 w/%	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
硫酸盐 (以 SO ₄ 计) / (mg/kg)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
氟化物 (以 F 计) / (mg/kg)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
氯化物 (以 Cl 计) / (mg/kg)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
磷酸盐 (以 PO ₄ 计) / (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
钠 (Na) / (mg/kg)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0002
铁 (Fe) / (mg/kg)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
钙 (Ca) / (mg/kg)	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
镁 (Mg) / (mg/kg)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铝 (Al) / (mg/kg)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
硅 (以 SiO ₂ 计) / (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
砷 (As) / (mg/kg)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
重金属 (以 Pb 计) / (mg/kg)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
硼 (¹⁰ B/ ¹¹ B) 丰度比	0.251	0.250	0.247	0.250	0.251	0.251	0.250	0.250	0.250	0.248	0.250	0.250

2024 年广东光华科技股份有限公司高纯硼酸质量月报

	1 月	2 月	3 月	4 月
硼酸 (H_3BO_3) w/%	100.0	99.9	100.0	100.0
水不溶物 w/%	0.002	0.001	0.002	0.002
硫酸盐 (以 SO_4 计) w/%	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
氟化物 (以 F 计) w/%	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
氯化物 (以 Cl 计) w/%	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
磷酸盐 (以 PO_4 计) w/%	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
钠 (Na) w/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铁 (Fe) w/%	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
钙 (Ca) w/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
镁 (Mg) w/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铝 (Al) w/%	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
硅 (以 SiO_2 计) w/%	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
砷 (As) w/%	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
重金属 (以 Pb 计) w/%	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
硼 ($^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$) 丰度比	0.247	0.247	0.248	0.248

多氟多新材料股份有限公司高纯硼酸质量月报

	硼 酸 (H_3BO_3) w/%	水不溶物 w/%	硫酸盐 (以 SO_4 计) / (mg/kg)	氟化物 (以 F 计) / (mg/kg)	氯化物 (以 Cl 计) / (mg/kg)	磷酸盐 (以 PO_4 计) / (mg/kg)	钠 (Na) / (mg/kg)	铁 (Fe) / (mg/kg)	钙 (Ca) / (mg/kg)	镁 (Mg) / (mg/kg)	铝 (Al) / (mg/kg)	砷 (As) / (mg/kg)
2022-0204	99.9	0.005	2	1.2	0.5	2.4	1.6	1.7	2.7	1.1	1.2	1.3
2022-0205	99.9	0.005	3	1.5	0.5	2.3	1.9	1.4	2.4	0.9	1.5	0.9
2022-0206	99.9	0.006	2	1.9	1.2	3.2	2.4	1.9	2.3	2.8	1.9	0.8
2022-0207	99.9	0.005	1	1.6	0.9	2.4	2.4	1.5	3.0	3.1	2.2	1.1
2022-0208	99.9	0.006	4	1.4	0.7	1.9	2.9	1.4	2.4	3.9	1.3	1.4
2022-0209	99.9	0.006	3	2.0	1.3	4.3	3.5	1.5	1.9	4.1	2.9	1.7
2023-0402	99.9	0.006	3	2.1	0.6	2.3	2.8	1.4	1.9	0.9	1.2	1.5
2023-0403	99.9	0.006	3	1.9	1.3	2.5	1.9	1.9	2.3	1.1	1.8	1.9
2023-0404	99.9	0.006	3	1.7	1.5	2.9	2.6	1.5	2.5	2.1	1.1	2.0
2023-0405	99.9	0.006	2	1.6	0.9	3.2	3.8	1.4	2.5	3.2	1.1	1.4
2023-0406	99.9	0.006	2	2.3	0.9	2.8	4.8	1.9	3.2	2.1	0.9	0.8
2023-0407	99.9	0.005	2	2.4	0.8	2.7	3.2	1.7	2.8	2.9	2.3	0.3
2023-0408	99.9	0.005	2	2.4	1.1	4.8	4.3	1.4	2.4	2.1	1.4	2.1
2023-0409	99.9	0.005	4	1.9	1.3	4.2	2.6	2.0	3.9	2.3	3.2	2.8
2023-0410	99.9	0.0053	3	1.7	0.9	3.1	2.1	2.1	4.2	2.9	4.1	2.2
2023-0411	99.9	0.0053	2	1.3	0.8	3.1	2.9	1.9	3.1	3.4	2.3	1.7
2023-0412	99.9	0.0056	4	1.4	0.5	1.6	3.5	1.7	2.1	3.1	3.2	
2023-0413	99.9	0.0057	2	1.9	0.4	2.4	3.2	1.5	2.3	2.4	2.6	
2022-0222	99.9	0.0061	1	2.0	0.5	1.9	4.9	1.3	1.5	3.1	3.1	