

YS/T298—202X

代替YS/T298-2015

# 《高钛渣》行业标准 编制说明（送审稿）

《高钛渣》标准修订编制组

2023年7月

# 《高钛渣》行业标准编制说明

## 一、工作简况

### (一) 任务来源

根据 2022 年 4 月 26 日，工业和信息化部办公厅关于印发《2022 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，有色金属行业标准《高钛渣》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：20220225T-YS，项目周期为 18 个月，完成年限为 2023 年 10 月，标准修订牵头单位为新疆湘润新材料科技有限公司。技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。《高钛渣》标准参与修订单位有有色金属技术经济研究院、遵义钛业股份有限公司、龙佰集团股份有限公司、新疆湘和新材料科技有限公司、攀钢集团（攀枝花）钛金属材料有限公司、凤城市千誉钛业有限公司、河南龙兴钛业科技股份有限公司等。

### (二) 背景

金属钛具有密度小、比强度高、耐蚀、耐高温低温性能好、无磁性、生物相容性好等优异性能，在国民经济各领域得到广泛应用，其使用范围随着社会发展和研究工作的开展还在不断扩大，近年来随着国际局势与能源结构调整，钛及钛合金在国防军工、航空航天、海洋开发、新能源等方面的用量呈现逐年增加的趋势。钛白粉具有白度高、遮盖能力强、对人体无害、抗老化能力强等优点，在涂料、汽车、造纸、油墨、化妆品等行业广泛应用，是已知的最好的白色颜料。钛的其他化合物在电池等行业有着广泛应用。

钛元素的地壳丰度为 0.61%，比铜、镍、锡、铅都高，钛矿物在自然界一般以氧化物的形式存在，以天然金红石和钛铁矿砂矿为代表的高品质原料主要分布在澳大利亚、美国、加拿大、越南、印度、非洲沿海国家等，原生的钛矿岩矿和钽钛磁铁矿在中国、前苏联、南非等有较广分布。由于钛元素与氧元素的结合力非常大，使得从钛氧化物直接制备金属钛时，其中的氧含量很难降低到钛合金发挥其优异性能需要的氧含量水平，工业上通常先把离子键结构的二氧化钛转化成共价键结构的四氯化钛，再从四氯化钛提取金属钛或生产高纯二氧化钛。

我国钛工业起步于 1954 年，经过多年发展目前已成为全球最大的钛及钛合金、钛白生产国。2022 年海绵钛产量达到 18 万吨，钛白粉产量 386.1 万吨。随着我国综合国力不断提升，钛产品产量和市场需求量逐年增长，但我国钛产业对国外钛原料的依存度较高和资源应用水平发展不均衡问题将长期制约我国钛产业发展。

考虑到生产的经济性和绿色环保的要求，原生的钛矿物需要经过选矿等富集措施把二氧化钛含量提高到 70%以上成为富钛料再用于生产四氯化钛或电焊条，目前行业认可优质富钛料包括低钙镁高钛渣、UGS 渣、人造金红石和天然金红石。随着钛资源的不断开采，天然金红石等优质资源越来越少，绝大部分钛资源均以选矿后含二氧化钛 40-50%的钛铁矿精矿形式存在，需要进一步富集，富集后的产品有高钛渣和人造金红石两种，其中电炉冶炼产出高钛渣占富钛料生产的 70%以上，是生产钛白粉和海绵钛及其他钛产品的主要原料，在整个钛产业链中占有十分重要的地位。随着钛工业的迅速发展，高钛渣的生产规模和应用领域不断扩大，其市场前景极为广阔。

高钛渣的生产工艺和产品质量的好坏对下游产品的质量、性能、寿命和环境安全都具有极其重要的影响。现行高钛渣标准修订于 2015 年，虽然仅仅过了不到 8 年时间，因这几年钛工业的迅猛发展，国家对生产过程绿色化、环保要求、节能降耗要求不断提高，导致该标准相关指标无法满足行业发展的需要，主要体现在原有标准适用于国内小高钛渣炉

生产的用于国内小氯化系统的高钛渣，而近年来随着对小型系统落后产能的淘汰，国内大型高钛渣炉和上排渣的大型氯化系统增加迅速，在主体品位、粒度、包装、化学成分、水分含量、等级划分等方面的实际情况和要求发生了很大变化。为了适应钛基产业的飞速发展，本次由新疆湘润新材料科技有限公司牵头组织修订高钛渣的行业标准。

本次修订综合考虑了各高钛渣生产企业及高钛渣使用企业自行制定的企业标准，在指标要求、检测要求、外观要求、粒度要求方面均协调统一。标准使用后能够加快国内钛基产业发展，促使国内高钛渣生产、利用企业及高钛渣相关企业技术进步，对国内钛资源的充分利用起到积极作用。

### **(三) 主要参加单位及其开展的工作**

新疆湘润新材料科技有限公司是由哈密政府招商引资的一家大型新材料高科技企业。公司于2016年7月8日注册成立，注册资金2.608亿元，公司占地1750亩，距离哈密市区23公里。公司隶属于湖南五江轻化集团，公司下辖两个子公司分别为西安湘润新材料科技有限公司、新疆湘科钛基新材料创新中心有限公司，设一个研究院为新疆湘润新材料研究院（下设西安分院、长沙分院）。公司现有员工2200余人，其中中高级技术人员200余人。

公司主营产品包括航空级低氧超软海绵钛、钛及钛合金板材、大卷重宽幅带材、复合材料钛合金棒材、大规格锻件等；公司以低成本、高品质海绵钛和高端钛材助推中国军工及航空、航天、航海等行业的高速发展，同时利用五江集团日用品销售优势，大力开拓民用钛制品市场，让钛民品走进千家万户。公司高度重视新工艺新产品研发，已形成多个国家和省部级研发与检测平台。近年参与大量国家和行业标准制/修订工作。

公司现已通过ISO9001、GJB9001和AS9100质量管理体系以及EHS安健环管理体系认证。被评为国家级绿色工厂、高新技术产业、已打造企业技术中心、工程技术研究中心、重点实验室等研发平台。其检测系统已通过CNAS认证。

公司同时拥有国内外先进的大型沸腾氯化生产四氯化钛系统和大型熔盐氯化生产四氯化钛系统，原料的来源多种渠道，为标准修订提供了大量数据积累和技术支持。

公司在标准的编制过程中，积极主动收集国内外相关标准和要求，负责项目的总体策划和实施，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，编制实测数据统计表，带领编制组完成标准的编制工作。

有色金属技术经济研究院有限责任公司是国内有色金属标准制/修订水平最高的企业，为本文件提供理论研究基础，并为国内外高钛渣标准对比工作提供有力支持。

遵义钛业股份有限公司是国内一流的海绵钛生产企业，是高钛渣的重点使用单位，在修订过程中参加了基础资料提供、金红石型二氧化钛分析方法验证、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。

龙佰集团股份有限公司是国内大型海绵钛和钛白粉生产企业，既有高钛渣生产系统，也大量使用高钛渣。在修订过程中参加了基础资料提供、金红石型二氧化钛分析方法验证、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。

新疆湘和新材料科技有限公司是新疆地区唯一的高钛渣生产企业、在修订过程中参加了基础资料提供、金红石型二氧化钛分析方法验证、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。协助进行资料的收集整理和文稿的修改完善。

攀钢集团（攀枝花）钛金属材料有限公司是四川最大的海绵钛生产企业，在使用80%二氧化钛以下的高钛渣生产四氯化钛上积累了丰富的经验。在修订过程中参加了基础资料提供、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。

辽宁凤城市千誉钛业有限公司是东北地区具有代表性的采用国外矿生产高钛渣的企业，在修订过程中参加了基础资料提供、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。

河南龙兴钛业科技股份有限公司是河南地区采用国内沸腾氯化工艺生产四氯化钛的代表企业，其下游产品广泛应用于海绵钛和钛白粉及以外的其他行业。在修订过程中参加了基础资料提供、标准的各阶段文稿讨论并提出修改建议。

各参与标准讨论单位针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见，促进标准的内容、格式等不断完善。

#### **（四）工作过程**

##### **1、标准起草阶段**

2020年5月至2022年3月，公司对国内钛渣生产现状进行了了解调研，具体内容为：了解国内钛渣的技术水平、检测及应用情况，与企业技术人员深入讨论技术标准的具体技术要求，参观部分企业现场生产情况，根据调研情况，由主编单位整理并编制形成了《高钛渣》标准修订项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

2021年3月，新疆湘润新材料科技有限公司向有色标委会提交了《高钛渣》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，根据2022年4月26日，工业和信息化部办公厅关于印发《2022年第一批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，有色金属行业标准《高钛渣》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：20220225T-YS。

2022年7月21日，根据标委会的要求，项目组提交了标准修订的时间进度安排。

从2022年5月份开始，公司与各有关单位进行了富有成效的沟通交流，高钛渣标准修订工作组发布标准修订意见征集表，有7个单位回函收集7个单位的修订建议。

由于疫情影响，标准草案的讨论时间有所延后，2022年2月21日佛山会议上进行了初稿讨论，与会专家对高钛渣的定义、产品使用范围、级别划分、检测项目、取样要求、金红石型二氧化钛检测方法、组批要求等进行了讨论，提出很好的修改建议，同时对下一阶段的工作进行了部署安排。

##### **2、征求意见阶段**

根据佛山会议的安排，标准编制组对标准文本和标准说明进行了系统修改，对各单位提供的检测数据进行系统整理和分析，安排相关单位进行了高钛渣中金红石型二氧化钛检测验证对比试验，把修改后的标准文稿放到标准修订群里再次征求意见。在此基础上形成标准文本提交大理会议进一步评审。

稀有金属标准化技术委员会于2023年5月30日在云南大理召开本文件预审会议，会上20多个单位的专家对标准和编制说明的格式、内容进行了详细审查，在标准分类、级别划分、标准排版、引用已有标准、标准编制说明、意见汇总表等方面提出了宝贵意见，会后编制组会商后进行了进一步修改完善，通过各种方式沟通进一步补充材料，形成送审稿。

##### **3、审定阶段**

###### **（1）审查阶段**

2023年7月，由全国有色金属标准化技术委员会在湖北十堰组织召开有色金属标准工作会。来自编制组成员等XX家单位XX名专家代表参加了会议，（见《有色金属审定会参加单位及代表签名》）。会议对新疆湘润新材料科技有限公司负责修订的行业标准《高钛渣》（送审稿）进行了认真细致的审定并提出修改意见，见《有色金属标准审定会会议纪要》。标准编制组采纳了审定会意见，对标准送审稿进行了修改完善。

###### **（2）报批阶段**

标准编制组对标准文本和编制说明进行修改完善，形成标准报批稿报送至全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243），现上报至国家标准化管理委员会审批、发布。

## 二、标准编制原则

### （一）原则性

本着与时俱进、切合实际、合理利用资源、满足市场需要和供需双方公平受益、获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定格式严格按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定进行。

### （二）适应性

我国目前已有高钛渣生产企业 50 余家，分布在四川、云南、辽宁、河南、内蒙古、新疆、山东等十多个省区，总生产能力约 215 万吨（高钛渣系统根据市场需要既可生产高钛渣也可生产酸溶性钛渣），生产的高钛渣的用途包括生产四氯化钛、电焊条、硫酸法钛白等，2022 年我国高钛渣产量 34.06 万吨，酸溶性钛渣产量 43.59 万吨。以下是国内钛渣生产企业及产能情况：

**表 1 国内钛渣生产企业及产能**

| 地区或企业     | 产能/万吨 | 备注           |
|-----------|-------|--------------|
| 攀钢钛业      | 18    |              |
| 攀钢国钛科技    | 6     |              |
| 金港钛业      | 4     |              |
| 大互通钛业     | 4     |              |
| 龙坤电冶      | 2     |              |
| 天旺钛业      | 2.5   |              |
| 旭东钛业      | 3     |              |
| 伟健熔炼      | 1.2   |              |
| 新中科技      | 3     |              |
| 源通钛业      | 1     |              |
| 奥磊工贸      | 6     |              |
| 金江钛业      | 7.5   | 停产           |
| 龙佰集团（攀枝花） | 15    | （不含二期 15 万吨） |
| 宜宾天原      | 7.5   | 在建           |
| 攀枝花（合计）   | 73.2  |              |
| 龙佰集团（武定）  | 8     |              |
| 云南永丰钛业    | 7     |              |
| 云南其他      | ~10   |              |
| 云南合计      | 25    |              |
| 龙佰集团（焦作）  | 15    |              |
| 河南（合计）    | 15    |              |
| 河北承德钛通    | 10    | 停产           |
| 燕山钢铁      | 15    | （不含二期 15 万吨） |
| 天福钛业      | 4     | 停产           |
| 河北合计      | 29    |              |
| 辽宁合计      | 20    |              |
| 蒙达钛业      | 5     | 1*30MVA      |
| 立昌钛业      | 1.5   |              |
| 金城钛业      | 5+5   | 4*12.5MVA    |
| 全宏钛业      | 2     |              |
| 内蒙古盛诚钛硅   | 5     | 1*30MVA      |
| 上都钛业      | 2     |              |
| 通辽        | 2     |              |
| （合计）      | 27.5  |              |
| 山西        | 2     |              |

|      |     |  |
|------|-----|--|
| 山东   | 5   |  |
| 新疆   | 6   |  |
| 广西   | 1   |  |
| 其他地区 | 4   |  |
| 累计   | 215 |  |

当前国内高钛渣的生产单位主要有攀钢集团、湘和公司、蒙达钛业、龙佰集团、千誉钛业、金城钛业等，使用单位有湘润公司、遵义钛业、龙佰集团、攀钢集团、金达钛业、龙兴钛业等，本次高钛渣修订尽可能组织各区域和各领域有代表性的企业参与，按照行业情况的变化及时调整，综合考虑各高钛渣生产企业和使用企业自行制定的企业标准的要求，在指标要求、检测要求、外观要求、粒度要求方面均协调统一。

### （三）先进性

通过本文件的制定，满足国内高钛渣生产、贸易、使用要求，促使国内高钛渣生产、利用企业及高钛渣相关企业技术进步，对国内钛资源的充分利用起到积极作用。

## 三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

### （一）确定标准主要内容的论据

#### 1.1 重新定义了高钛渣的英文名称

英文名称由“High titanium slag”更改为“High titania slag”，“High titanium slag”，titanium译为“高钛（钛合金）渣”，“High titania slag”译为“高钛（氧化钛）渣”，由高钛渣名称定义可知高钛渣是指氧化钛含量高的钛渣，故进行了重新定义。

#### 1.2 重新定义了高钛渣的适用范围

“1 范围”中将“钛铁矿”更改为“钛铁矿精矿”，钛铁矿主要是指钛原矿破碎后的粉状固体颗粒，未经过磁选，无法直接用于高钛渣电炉熔炼。钛铁矿经破碎、多次磁选后成为“钛铁矿精矿”，为生产高钛渣的主要原料。

#### 1.3 重新定义了高钛渣的术语和定义

更改了高钛渣定义中二氧化钛的最低含量，攀钢钛业作为国内较早开始冶炼钛渣的企业，目前冶炼钛渣品位为74%并用于熔盐氯化生产四氯化钛，新疆湘和新材料科技有限公司冶炼的74-75%的高钛渣也用于生产四氯化钛，结合钛渣行业现状，高钛渣新增牌号最低为TZ74，高钛渣定义也以二氧化钛品位不低于74%作为标准。

#### 1.4 产品牌号及成分要求调整

1、取消TZ94牌号，增加TZ88、TZ83、TZ80、TZ78、TZ76、TZ74等牌号。

2015版高钛渣标准的级别规定如下：

**表 2 高钛渣级别及化学成分**

| 牌号     | TiO <sub>2</sub> , 不小于 | 杂质含量, 不大于 |      |      |      |      |                                |                               |                  |                                |
|--------|------------------------|-----------|------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|
|        |                        | Fe        | P    | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| TZ94   | 94.00                  | 3.00      | 0.02 | 0.15 | 0.90 | 2.00 | 0.25                           | 0.40                          | 1.5              | 1.5                            |
| TZ92-1 | 92.00                  | 3.50      | 0.03 | 0.30 | 1.20 | 2.50 | 0.30                           | 0.40                          | 2.2              | 2.0                            |

|        |       |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| TZ92-2 | 92.00 | 3.50 | 0.03 | 0.50 | 2.50 | 2.50 | 0.30 | 0.60 | 2.2 | 2.0 |
| TZ90-1 | 90.00 | 4.00 | 0.03 | 0.40 | 1.50 | 2.50 | 0.30 | 0.40 | 2.5 | 2.2 |
| TZ90-2 | 90.00 | 4.00 | 0.03 | 0.60 | 2.40 | 2.50 | 0.30 | 0.60 | 2.5 | 2.2 |
| TZ85-1 | 85.00 | 4.50 | 0.03 | 0.20 | 1.50 | 2.50 | 0.30 | 0.40 | 5.0 | 2.5 |
| TZ85-2 | 85.00 | 4.50 | 0.03 | 0.80 | 2.70 | 3.00 | 0.30 | 0.60 | 5.0 | 2.5 |

本次标准修订作了重新规定如下：

**表 3 高钛渣级别及化学成分 %**

| 牌号     | TiO <sub>2</sub> |             | 杂质含量，不大于 |      |      |      |      |                                |                               |                  |                                |                  |                  |                                |
|--------|------------------|-------------|----------|------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
|        | 总量不<br>小于        | 金红石型<br>不大于 | Fe       | P    | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| TZ92-1 | 92.00            | 10.0        | 4.00     | 0.02 | 0.30 | 1.20 | 2.50 | 0.25                           | 0.4                           | 1.5              | 2.0                            | 0.45             | 0.010            | 0.20                           |
| TZ92-2 | 92.00            | 10.0        | 4.00     | 0.02 | 0.50 | 2.50 | 2.50 | 0.25                           | 0.6                           | 2.2              | 2.5                            | 0.35             | 0.010            | 0.20                           |
| TZ90-1 | 90.00            | 8.0         | 4.50     | 0.03 | 0.30 | 1.50 | 2.50 | 0.30                           | 0.4                           | 2.0              | 2.2                            | 0.45             | 0.010            | 0.20                           |
| TZ90-2 | 90.00            | 6.0         | 4.50     | 0.03 | 0.55 | 3.50 | 2.50 | 0.30                           | 0.6                           | 2.5              | 2.5                            | 0.35             | 0.010            | 0.20                           |
| TZ88-1 | 88.00            | 7.0         | 5.00     | 0.03 | 0.40 | 1.50 | 2.50 | 0.30                           | 0.4                           | 2.5              | 2.5                            | 0.25             | 0.010            | 0.25                           |
| TZ88-2 | 88.00            | 5.5         | 5.00     | 0.03 | 0.55 | 4.00 | 2.50 | 0.30                           | 0.6                           | 3.0              | 2.8                            | 0.25             | 0.010            | 0.25                           |
| TZ85-1 | 85.00            | 6.0         | 7.50     | 0.03 | 0.50 | 1.50 | 2.50 | 0.30                           | 0.4                           | 3.0              | 2.5                            | 0.20             | 0.012            | 0.25                           |
| TZ85-2 | 85.00            | 5.0         | 7.50     | 0.03 | 0.80 | 5.00 | 3.00 | 0.30                           | 0.6                           | 5.0              | 3.0                            | 0.20             | 0.012            | 0.30                           |
| TZ83   | 83.00            | 5.0         | 7.50     | 0.05 | 1.50 | 7.00 | 3.00 | 0.30                           | 0.6                           | 5.5              | 3.0                            | 0.20             | 0.012            | 0.30                           |
| TZ80   | 80.00            | 5.0         | 7.50     | 0.05 | 2.00 | 7.00 | 3.00 | 0.30                           | 0.6                           | 6.0              | 3.0                            | -                | -                | -                              |
| TZ78   | 78.00            | 5.0         | 8.50     | 0.05 | 9.00 |      | 3.50 | 0.30                           | 0.6                           | 6.0              | 3.0                            | -                | -                | -                              |
| TZ76   | 76.00            | 5.0         | 9.00     | 0.05 | 9.00 |      | 3.50 | 0.30                           | 0.6                           | 7.0              | 3.0                            | -                | -                | -                              |
| TZ74   | 74.00            | 5.0         | 10.0     | 0.05 | 9.50 |      | 3.50 | 0.30                           | 0.6                           | 7.0              | 3.5                            | -                | -                | -                              |

由于高钛渣的生产是通过把钛铁矿精矿送到钛渣炉里用碳还原把钛铁矿精矿中的氧化铁还原成单质金属铁，分离以后把二氧化钛进一步富集。高钛渣的成分和品级与钛铁矿精矿的成分息息相关。目前国内生产高钛渣的钛铁矿精矿来源有两部分，一部分是来自于国外，主要是从有海岸线的国家在海边开采矿砂通过重选以后得到的重矿物运到国内后通过分选得到的钛铁矿精矿。这部分矿生产的高钛渣氧化钙氧化镁的含量相对较低，也是更适合于沸腾氯化生产的需要，在这次高钛渣标准修订时在 TZ92、TZ90、TZ88、TZ85 这几个等级都分别设置了低钙镁的高钛渣指标。还有一类原料是国内从钒钛磁铁矿原矿里面分离出

来的钛铁矿精矿，这种钛铁矿精矿由于从原矿里面分离出来，原矿没有经过风化作用，故其杂质含量包括钙镁含量比较高，用这种矿生产出的高钛渣杂质含量比较高，二氧化钛品位也相对比较低，工业上把这类高钛渣作为熔盐氯化原料来使用。

随着钛资源开采时间的不断增加，优质钛资源日渐枯竭，导致能够用于生产 94%品位高钛渣的钛矿产量日趋减少，限制了 94%品位高钛渣的产出，且 TZ94 牌号的高钛渣价格很高，以高钛渣为原料的生产型企业基本很少考虑使用 94%品位的高钛渣，故本次修改建议取消高钛渣 TZ94 牌号。

近几年随着国内钛矿资源的大规模和大范围开发利用，国内钛行业对进口钛矿资源的依赖度逐渐降低，每年进口的钛矿量在逐年下降，另一方面随着钛渣氯化技术的不断进步，对低品位钛渣的适应能力不断增强，为了把所有用于四氯化钛生产的钛渣均涵盖住，特增加 TZ88-1、TZ88-2、TZ83、TZ80、TZ78、TZ76、TZ74 等牌号。

## 2、增加二氧化锡、氧化锆和五氧化二铌的要求

本文件对二氧化锡含量提出要求是因为在后续海绵钛标准里面对锡含量提出了不大于 0.03%的明确要求。由于海绵钛生产过程中需要使用四氯化钛，而一些从国外进口的或者是生产于国内海滨矿的钛铁矿精矿锡含量可能比较高，这样会导致四氯化钛中的锡含量也提高，而且四氯化钛的锡含量转化成四氯化锡以后很难与四氯化钛进行有效的分离。所以对从国外进口的矿生产的高钛渣并用于生产海绵钛用的四氯化钛的用途，这种高钛渣对二氧化锡含量提出了明确的要求，防止出现超标。另外，氧化锆和五氧化二铌在高钛渣用于沸腾氯化生产四氯化钛的过程中会产生相应的氯化物，容易导致从氯化炉出口到收尘器之间的过道堵塞。为了减少对生产的影响，对用于沸腾氯化生产四氯化钛的高钛渣对五氧化二铌和氧化锆的含量也提出了明确的要求。用于熔盐氯化使用的这个高钛渣可以不进行此类要求。考虑到 TZ80 及以下级别的高钛渣均用于熔盐氯化，且国内原生矿中二氧化锡、氧化锆和五氧化二铌含量很低，故化学成分里不再要求。

## 3、增加了高钛渣中金红石型二氧化钛含量要求

高钛渣生产四氯化钛的沸腾氯化生产工艺的反应温度为 1000℃左右，在此温度下所有二氧化钛的存在形式均可以被氯化，所以沸腾氯化对高钛渣中金红石型二氧化钛的要求可以不受限制。但高钛渣生产四氯化钛的熔盐氯化反应温度一般在 800℃以下。在此温度下由于金红石型二氧化钛的结构比较稳定，很难参与化学反应，带来物料的损失，所以用于熔盐氯化的高钛渣对其中的金红石型二氧化钛的含量有一定限制，以确保高钛渣在生产四氯化钛过程中钛的反应足够完全，回收率能够得到保证。在高钛渣的生产过程中，不同的炉型、不同的工艺、不同的还原度和不同的钛渣冷却方式其金红石型二氧化钛的含量差异较大，本文件根据各单位生产和使用要求做了规定。

## 4、调整了化学成分

根据资源、生产工艺、客户需求的变化情况，对各级别高钛渣的化学成分进行了调整，以适应高钛渣行业原料变化和使用要求变化的形势。具体调整内容见表 3。

## (二) 主要试验（或验证）情况分析

### 2.1 化学成分

为了确定各牌号和化学成分的合理性，对各单位提供的检测数据进行了汇总处理作为定级依据，选取各牌号选取了 6-20 组样品数据并进行统计，统计分析情况如下：



**表 4 74%高钛渣化学成分检测统计表 %**

| 单位 | 名称  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P     | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石  |
|----|-----|------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| 1  | 平均值 | 74.80            | 7.60 | 0.001 | 2.60 | 3.50 | 1.90 | 0.010                          | 0.30                          | 6.70             | 2.10                           | 0.07             | /                | 0.010                          | 0.11 | 5.00 |
| 2  | 平均值 | 74.50            | 9.50 | 0.010 | 1.60 | 7.02 | 1.00 | 0.030                          | 0.13                          | 4.77             | 2.34                           | /                | /                | 0.010                          | 0.05 | 4.92 |
| 1  | 最大值 | 75.40            | 8.60 | 0.001 | 2.83 | 4.40 | 1.94 | 0.005                          | 0.36                          | 7.47             | 2.26                           | /                | /                | 0.012                          | 0.14 | 6.77 |
| 2  | 最大值 | 75.10            | 9.98 | 0.015 | 1.93 | 7.70 | 1.20 | 0.041                          | 0.14                          | 4.97             | 2.87                           | /                | /                | 0.013                          | 0.08 | 5.26 |

**表 5 76%高钛渣化学成分检测统计表 %**

| 名称  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P     | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石  |
|-----|------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| 平均值 | 75.94            | 7.73 | 0.00  | 2.37 | 3.32 | 1.77 | 0.01                           | 0.32                          | 6.15             | 2.02                           | 0.08             | /                | 0.01                           | 0.10 | 4.75 |
| 最大值 | 76.70            | 8.28 | 0.010 | 2.70 | 3.97 | 1.95 | 0.01                           | 0.35                          | 6.79             | 2.22                           | 0.08             | /                | 0.01                           | 0.12 | 6.97 |

**表 6 78%高钛渣化学成分检测统计表 %**

| 名称  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P     | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石  |
|-----|------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| 平均值 | 78.41            | 8.49 | 0.013 | 1.88 | 3.77 | 1.45 | 0.010                          | 0.21                          | 5.51             | 1.63                           | 0.080            | /                | 0.010                          | 0.10 | 2.60 |
| 最大值 | 79.08            | 8.93 | 0.022 | 1.95 | 3.81 | 1.49 | 0.016                          | 0.23                          | 5.64             | 1.67                           | 0.083            | /                | 0.022                          | 0.17 | 2.79 |

**表 7 80%高钛渣化学成分检测统计表 %**

| 名称  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P     | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石  |
|-----|------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| 平均值 | 80.68            | 7.84 | 0.013 | 0.71 | 2.23 | 1.71 | 0.020                          | 0.27                          | 6.10             | 1.90                           | 0.070            | /                | 0.012                          | 0.12 | 3.90 |
| 最大值 | 81.47            | 8.84 | 0.024 | 1.95 | 2.32 | 1.92 | 0.027                          | 0.35                          | 6.41             | 2.07                           | 0.082            | /                | 0.023                          | 0.18 | 4.10 |

**表 8 83%高钛渣化学成分检测统计表 %**

| 单位 | 序号 | TiO <sub>2</sub> | Fe | P | CaO | MgO | MnO | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分 | 金红石 |
|----|----|------------------|----|---|-----|-----|-----|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----|-----|
|----|----|------------------|----|---|-----|-----|-----|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----|-----|

|   |     |       |      |       |      |      |      |       |      |      |      |       |   |       |   |      |
|---|-----|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|---|-------|---|------|
| 1 | 平均值 | 83.27 | 4.39 | 0.008 | 1.47 | 4.42 | 1.31 | 0.006 | 0.17 | 5.32 | 1.54 | 0.085 | / | 0.005 | / | 4.36 |
| 2 | 平均值 | 83.66 | 7.38 | /     | 0.32 | 2.28 | 0.94 | 0.081 | /    | 3.95 | 1.78 | /     | / | /     | / | /    |
| 1 | 最大值 | 83.65 | 4.83 | 0.010 | 1.57 | 4.50 | 1.34 | 0.010 | 0.23 | 5.83 | 1.69 | 0.090 | / | 0.010 | / | 4.44 |
| 2 | 最大值 | 84.07 | 7.53 | /     | 0.34 | 2.31 | 0.99 | 0.088 | /    | 4.08 | 1.99 | /     | / | /     | / | /    |

表 9 85%高钛渣化学成分检测统计表 %

| 单位 | 序号  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石 |
|----|-----|------------------|------|---|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|-----|
| 1  | 平均值 | 86.24            | 5.63 | / | 0.21 | 2.40 | 2.20 | 0.10                           | /                             | 2.76             | 1.83                           | /                | /                | /                              | 0.15 | /   |
| 2  | 平均值 | 85.40            | 4.00 | / | 0.28 | 1.00 | 1.74 | 0.12                           | 0.4<br>3                      | 2.98             | 2.65                           | 0.24             | /                | 0.11                           | 0.18 | /   |
| 1  | 最大值 | 86.44            | 7.47 | / | 0.23 | 3.08 | 2.22 | 0.099                          | /                             | 2.92             | 1.92                           | /                | /                | /                              | 0.26 | /   |
| 2  | 最大值 | 85.71            | 7.43 | / | 0.38 | 1.87 | 2.84 | 0.32                           | 0.6<br>8                      | 4.56             | 4.47                           | 0.26             | /                | 0.25                           | 0.25 | /   |

表 10 88%高钛渣化学成分检测统计表 %

| 单位 | 序号  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P         | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石 |
|----|-----|------------------|------|-----------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|-----|
| 1  | 平均值 | 89.0<br>0        | 3.53 | 0.0<br>01 | 0.26 | 0.33 | 3.00 | 0.12                           | 0.24                          | 2.54             | 1.23                           | /                | /                | /                              | 0.20 | /   |
| 2  | 平均值 | 88.6<br>6        | 3.69 | /         | 0.17 | 3.56 | 1.66 | 0.09                           | /                             | 2.71             | 1.68                           |                  |                  |                                | 0.16 |     |
| 2  | 最小值 | 88.3<br>1        | 3.46 | /         | 0.15 | 3.32 | 1.53 | 0.08                           | /                             | 2.48             | 1.50                           | /                | /                | /                              | /    | /   |
| 2  | 最大值 | 89.1<br>0        | 3.88 | /         | 0.19 | 3.66 | 1.70 | 0.09                           | /                             | 2.82             | 1.80                           | /                | /                | /                              | /    | /   |
| 2  | 极偏差 | 0.79             | 0.42 | /         | 0.04 | 0.34 | 0.17 | 0.01                           | /                             | 0.34             | 0.30                           | /                | /                | /                              | /    | /   |

表 11 90%高钛渣化学成分检测统计表 %

| 单位 | 项目 | TiO <sub>2</sub> | Fe | P | CaO | MgO | MnO | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分 | 金红石 |
|----|----|------------------|----|---|-----|-----|-----|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----|-----|
|----|----|------------------|----|---|-----|-----|-----|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|----|-----|

|   |     |       |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |      |      |       |
|---|-----|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|-------|
| 1 | 平均值 | 90.05 | 3.32 | 0.001 | 0.74 | 0.98 | 1.71 | 0.49 | 0.16 | 1.96 | 1.92 | /    | / | /    | 0.2  | 10.53 |
| 2 | 平均值 | 90.18 | 3.66 | 0.010 | 0.27 | 0.43 | 2.27 | 0.18 | 0.24 | 2.03 | 1.49 | /    | / | /    | 0.13 | /     |
| 3 | 平均值 | 90.00 | 3.27 | 0.010 | 0.51 | 0.86 | 1.37 | 0.21 | 0.34 | 1.67 | 1.94 | 0.26 | / | 0.49 | /    | /     |
| 1 | 最大值 | 90.70 | 4.5  | 0.001 | 0.90 | 1.1  | 1.80 | 0.49 | 0.17 | 2.10 | 2.20 | /    | / | /    | 0.2  | 13.4  |
| 2 | 最大值 | 91.32 | 3.99 | 0.010 | 0.37 | 0.89 | 3.00 | 0.30 | 0.27 | 2.54 | 2.06 | /    | / | /    | 0.24 | /     |
| 3 | 最大值 | 90.00 | 6.09 | 0.010 | 1.16 | 2.20 | 2.27 | 0.53 | 0.62 | 5.76 | 3.24 | 0.52 | / | 2.87 | /    | /     |

表 12 92%高钛渣化学成分检测统计表 %

| 单位 | 项目  | TiO <sub>2</sub> | Fe   | P     | CaO  | MgO  | MnO  | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | SnO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 水分   | 金红石  |
|----|-----|------------------|------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| 1  | 平均值 | 92.65            | 2.94 | 0.010 | 0.29 | 0.92 | 2.03 | 0.25                           | 0.23                          | 1.31             | 1.80                           | 0.01             | 0.006            | 0.09                           | 0.11 | /    |
| 2  | 平均值 | 92.00            | 2.67 | /     | 0.24 | 0.09 | 1.05 | 0.05                           | 0.23                          | 1.35             | 1.53                           | 0.23             | 0.01             | 0.07                           | 0.13 | 10.6 |
| 3  | 平均值 | 92.36            | 3.23 | 0.000 | 0.26 | 0.74 | 2.94 | 0.25                           | 0.24                          | 1.38             | 1.58                           | 0.39             | 0.01             | 0.10                           | 0.12 | /    |
| 1  | 最大值 | 93.36            | 3.99 | 0.000 | 0.35 | 1.60 | 2.57 | 0.55                           | 0.27                          | 1.59             | 2.87                           | 0.01             | 0.01             | 0.13                           | 0.13 | /    |
| 2  | 最大值 | 92.00            | 2.72 | /     | 0.29 | 0.16 | 1.37 | 0.16                           | 0.43                          | 1.4              | 2.40                           | /                | /                | 0.21                           | 0.15 | 12.6 |
| 3  | 最大值 | 93.92            | 4.87 | 0.000 | 0.36 | 1.06 | 3.20 | 0.47                           | 0.30                          | 1.60             | 1.71                           | 0.63             | 0.01             | 0.13                           | 0.14 | /    |

## 2.2 产品粒度测定修订

YS/T 298-2015 标准对粒度的检测叙述为：产品的粒度的检验采用筛分法进行，将标准筛重叠，从上至下按筛孔由大到小依次重叠。将标准筛置于振筛机上，并称取不少于 100g 的试样放入最上面的标准筛内，启动振筛机，震动筛分 5min 后停止，取下标准筛，分别称量各层筛上和 74um 筛下的试样重量，记录数据，计算其占试样量的百分比。

GB/T1480 金属粉末干筛分法测定粒度适用范围为大部分粒度大于 45um 的粉末，可以涵盖高钛渣粒度范围，高钛渣密度约 2.3g/cm<sup>3</sup>，需称取试样量为 100g。其粒度检测描述为：

1. 将选好的一套试验筛，按孔径尺寸的大小顺序将筛框套在一起，底盘套在最下层，试料放在顶部最大孔径的筛子内并用盖子盖紧。

2. 可用手工筛分也可用机械筛分机进行筛分。

注：在筛子相同、粉末相同的条件下，用不同类型的筛分机筛分时，会得到不同的结果。因此，对某一特定粉末而言，通常可确定出不同筛分机之间的这种对应关系。

3. 筛分过程可继续到筛分的终点，也可进行到供需双方协商同意的时间。当筛分进行到每分钟通过最大组份的筛面上的数量小于试料量的 0.1% 时，即为达到筛分终点（见 ISO2591 规定）。

4. 筛分完成后，称量每个筛面和底盘的粉末。用 100g 试料情况下，称量精确到 0.1g；用 50g 试料情况下，称量精确到 0.05g。

按最粗的组份到底盘上的组份的顺序，按以下方法收集每个筛面上的粉末组份以供称

量之用：

从筛套中取出一个筛子，将里面的粉末倾倒入光洁的纸上。再将贴附在筛网和筛框底部的粉末用软毛刷扫到下一个较细的筛子中。然后将筛子反扣在光洁的纸上，轻轻地敲打筛框，清出筛子中所有的粉末。底盘上的粉末组份也按上述方法收集。

5. 所收集的全部组份量的总和应不小于试料量的 98%。

用每个筛子上和底盘上的组份量除以全部组份量总和的百分数表示，以精确至 0.1% 的结果报出小于 0.1% 的任何组份应以“痕量”报出。

**表 13 同一样品不同方法的粒度数据对比如下**

**单位 um**

| 样品编号          | (质量分数) wt/%    |      |         |         |         |         |         |         |        |       |       | 备注      |
|---------------|----------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|
|               | 执行标准           | +850 | 850-425 | 425-250 | 250-180 | 180-150 | 150-125 | 125-106 | 106-83 | 83-74 | -74   |         |
| 1#            | YS/T 298-2015  | 0.63 | 39.32   | 28.91   | 12.55   | 5.21    | 3.75    | 3.57    | 1.54   | 0.56  | 3.96  | 称量 100g |
| 1#            | GB/T 1480-2012 | 0.68 | 44.54   | 28.36   | 11.76   | 2.74    | 3.58    | 3.30    | 1.28   | 0.40  | 3.36  |         |
| 2#            | YS/T 298-2015  | 2.86 | 64.39   | 17.16   | 5.21    | 2.12    | 1.64    | 1.95    | 1.01   | 0.42  | 3.24  | 称量 100g |
| 2#            | GB/T 1480-2012 | 3.52 | 69.76   | 16.46   | 4.10    | 0.88    | 1.30    | 1.26    | 0.54   | 0.14  | 2.04  |         |
| 3#            | YS/T 298-2015  | 3.16 | 14.94   | 23.21   | 17.09   | 9.56    | 7.99    | 7.69    | 3.88   | 2.42  | 10.06 | 称量 100g |
| 3#            | GB/T 1480-2012 | 4.44 | 17.08   | 24.94   | 17.48   | 6.90    | 7.48    | 7.64    | 3.42   | 1.12  | 9.50  |         |
| 标准偏差 (s)      |                | 0.91 | 1.51    | 1.22    | 0.28    | 1.88    | 0.36    | 0.04    | 0.33   | 0.92  | 0.40  |         |
| 相对标准偏差 (RSD%) |                | 0.64 | 1.07    | 0.87    | 0.20    | 1.33    | 0.26    | 0.03    | 0.23   | 0.65  | 0.28  |         |

注：检测方法的标准偏差一般要求小于 10，即满足检测需求。以上的三组对比数据标准偏差最大值 3.797 小于 5，检测数据符合控制要求。因此，数据的标准偏差要求控制在 5% 以内。

从以上比较可知，GB/T1480 金属粉末干筛分法测定粒度标准适用范围广，适用于高钛渣的粒度分析，因此本产品粒度测定直接引用 GB/T1480 金属粉末干筛分法测定粒度，使标准更加简洁。

### 2.3 产品水分含量分析方法修订

YS/T 298-2015 标准对水分的检测叙述为：称取约 100g 试样，准确至 0.01g，置于已在 105℃ 恒重的试样盘中，放入电烘箱内，升温至 105℃ 干燥 2h，将其移入干燥器中，冷却至室温，称量。以后每次干燥 1h 称量，直至两次称量之差不超过 0.0005g，视为恒量，计算产品水分含量。

GB/T35924《固体化工产品中水分含量的测定热重法》中水分含量检测描述为：

#### 1. 仪器核查及调试

1.1 打开仪器电源，按照操作手册执行预热程序至稳定状态，惰性气体流量为 50mL/min 士 5 mL/min。

1.2 按照仪器操作手册中制造商描述的程序对仪器进行清洁调试。

## 2 试样测定

2.1 将清洁干燥的空坩埚装配在热重分析仪上，以 10℃/min 的升温速度加热至 (105 ± 2)℃，并保持 105℃，然后冷却至室温待用。

2.2 空白曲线绘制将空坩埚装配在热重分析仪上以 10℃/min 的速度加热至 (105 ± 2)℃，并保持 (10 ± 5)min，记录空坩埚重量变化。

在坩埚中称取约 30mg~40mg 样品 (精确至 0.1mg)，装配在热重分析仪上，仪器自动记录试样质量  $m_1$ 。

2.3 以 10℃/min 的升温速率将试样从室温加热至 105℃，并保持 105℃直至每 5min 失重不大于试样初始质量的 0.05%。然后冷却至室温，仪器自动记录失重后试样质量  $m_2$ ，及空坩埚加热前后质量差值  $m_0$ 。并自动计算试样中水分含量  $w$ 。

2.4 每个试样应进行至少两次平行试验。

## 3. 结果分析与处理

按式 (1) 计算试样中的水分含量：

$$w = (m_1 - m_2 - m_0) / m_1 \times 100\%$$

式中， $w$ —试样中水分含量； $m_1$ —试样质量，单位为毫克 (mg)， $m_2$ —失重后试样质量，单位为毫克 (mg)， $m_0$ —空坩埚加热前后质量差值，单位为毫克 (mg)。

取两次平行测试结果的算术平均值作为水分含量测定结果，结果大于或等于 0.1% 时，保留两位小数；结果小于 0.1% 时，保留三位有效数字。

在重复条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不超过算术平均值的 10%。

在再现条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不超过算术平均值的 15%。

对同一样品采用不同的方法分析水分含量的结果对比如下：

**表 14 不同的方法分析水分含量表** %

| 样品序号          | 现标准方法  | GB/T35924 方法 | 分析差   | 备注 |
|---------------|--------|--------------|-------|----|
| 1             | 0.022  | 0.023        | 0.001 |    |
| 2             | 0.018  | 0.018        | 0.00  |    |
| 3             | 0.023  | 0.022        | 0.001 |    |
| 4             | 0.017  | 0.015        | 0.002 |    |
| 标准偏差 (s)      | 0.0029 | 0.0037       | /     |    |
| 相对标准偏差 (RSD%) | 0.0025 | 0.0032       | /     |    |

通过两种方法比较，GB/T35924 固体化工产品中水分含量的测定热重法适用于高钛渣水分分析，因此直接引用可使标准更加简洁。

## 2.4 产品取样制样方法修订

YS/T 298-2015 标准对产品取样制样方法叙述为：

每批产品随机抽取袋数，大包装 (1000kg/袋) 每 5 袋抽取一袋取份样，份样量不小于 100g，然后合成大样。小包装 (每袋 25kg 或 30kg)，每 20 袋抽取一袋取份样，份样量不小于 100g，然后合成大样，大样重量不低于 1200g。取样采用插管法，兼顾上、中、下层，并逐一检查外观质量。

将样品全部混匀，用四分法缩分至 300g 以上，测完水分后再分成三等份，一份供粒度分析用，一份经研磨至 74μm 以下供化学成分分析用，一份保留样存查。

GB/T6679 固体化工产品采样通则的描述为：

### 1. 采样方法

## 1.1 粉末、小颗粒、小晶体的采样

### 1.1.1 件装

用采样探子或其他合适的工具，从采样单元中，按一定方向，插入一定深度取定向样品。每个采样单元中所取得的定向样品的方向和数量依容器中物料的均匀程度确定。

### 1.1.2 散装

#### a) 静止物料

根据物料量的大小及均匀程度，用勺、铲或采样探子从物料的一定部位或沿一定方向取部位样品或定向样品。

#### b) 运动物料

用自动采样器、勺子或其他合适的工具从皮带输送机或物质的落流中随机的或按一定的时间间隔取截面样品。

## 1.2 粗粒和规则块状物的采样

### 1.2.1 件装

直接沿一定方向，在一定深度上取定向样品。应注意用采样探子采样有可能改变物料的粒径。

### 1.2.2 散装

#### a) 静止物料

根据物料量的大小及均匀程度，用勺、铲或其他合适的工具在物料的一定部位取部位样品或沿一定方向取部位样品或定向样品。

#### b) 运动物料

用适当的工具或采用分流的方法，从皮带输送机上或从落流中，随机的或按一定的时间间隔取截面样品。

如果能用适当的装置粉碎物料，粉碎后按 4.3.1 中的方法采样。

根据高钛渣的产品特性和取样要求，实际应用的取样方式以散装的静止物料为主，对比上述两种取样方法，可看出原理一致，但现行本标准对取样比例和取样量有明确规定。为了满足实际的情况需求，高钛渣产品取样制样方法直接引用 GB/T6679 固体化工产品采样通则，同时对取样量和取样比例进行补充规定，使标准更加贴近实际应用。

## 2.5 粒度和使用方向修改

2015 版标准对高钛渣粒度的规定如下：

**表 15 高钛渣粒度要求**

| 粒度范围         | 粒度组成                                                                   | 用途              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 74 μm~850 μm | >850 μm 不大于 5%；>600 μm~850 μm 不大 15%；74 μm~600 μm 大于 75%；<74 μm 不大于 5% | 用于沸腾氯化生产钛白粉及海绵钛 |
| ≤74 μm       | <74 μm 不小于 70%                                                         | 用于熔盐氯化生产钛白粉及海绵钛 |

这次标准修订调整为：

**表 16 高钛渣粒度要求**

| 粒度级别 | 粒度范围         | 粒度组成                                                           |
|------|--------------|----------------------------------------------------------------|
| I    | 74 μm~850 μm | ≤74 μm 不大于 5%，75 μm~425 μm >45%，425~850 μm ≤45%，>850 μm 不大于 5% |

|    |              |                                |
|----|--------------|--------------------------------|
| II | 74 μm~500 μm | ≤74 μm 不大于 30%, >500 μm 不大于 5% |
|----|--------------|--------------------------------|

熔盐氯化法和沸腾氯化两种氯化方式对高钛渣的粒度的要求不一样，沸腾氯化要求高钛渣的粒度分布的范围尽量窄一些，以便于与通入氯化炉内的氯气能够充分混合以后形成沸腾状态。而熔盐氯化是把物料加到高温熔体里面进行化学反应，在物料和熔体混合的过程中是希望能够尽快和上升的氯气发生化学反应，提高反应速度，减少物料沉底，所以熔盐氯化对高钛渣的粒度要求是希望颗粒细一些较好。在 2015 版高钛渣标准里面，两种氯化工艺对粒度要求规定得不够细。这次修订为了适应不同氯化工艺的需要，对高钛渣的粒度进行了调整或细化，同时随着钛产业的发展四氯化钛的用途已经有了更多用途，故本次用途方向不再限制。

**表 17 高钛渣粒度检测统计汇总表** 单位 um

| 单位 | +850  | 850-425 | 425-250 | 250-96 | 96-74 | -74   | 备注   |
|----|-------|---------|---------|--------|-------|-------|------|
| 1  | 18.78 |         | 61.66   |        |       | 19.56 | 熔盐氯化 |
| 2  | 1.68  | 93.42   |         |        |       | 4.89  | 沸腾氯化 |
| 3  | 0.89  | 94.61   |         |        |       | 4.51  | 沸腾氯化 |
| 4  | 2.70  | 92.1    |         |        |       | 5.2   | 沸腾氯化 |
| 5  | 2.06  | 14.03   | 83.81   |        |       |       | 熔盐氯化 |
| 6  | 53.76 |         |         | 42.36  | 3.89  |       | 沸腾氯化 |
| 7  | 1.76  | 92.98   |         |        |       | 5.01  | 沸腾氯化 |

从此表可看出，新标准中高钛渣的粒度规定是适宜的。

## 2.6 配套修订产品分析方法

为了配合本文件的修订，对高钛渣和人造金红石以及金红石的化学分析方法进行了相应的修订。采用电感耦合等离子体发射光谱法分析高钛渣中的金属元素含量，同时增加了五氧化二铌、氧化锆、氧化锡的分析，确保本文件修订时增加的元素要求有相应的分析方法来支撑。

## 2.7 增加了金红石型二氧化钛分析方法并验证

在上一版高钛渣的行业标准中，没有对金红石型二氧化钛的含量进行要求，所以也没有配备相应的分析方法。本次修订对金红石型二氧化钛的含量提出了要求，而相应的高钛渣分析方法中没有金红石型二氧化钛的分析方法。因此，本文件在附录 a 中附出了对金红石型二氧化钛含量的分析方法。分析高钛渣金红石型二氧化钛含量不能借鉴已有标准，为了确保分析方法的可靠性和重复性，编制组联系相关单位对高钛渣中金红石型二氧化钛的含量的数据进行了重复性和可靠性的验证，经三家单位验证，分析方法是可靠。高钛渣中金红石型二氧化钛的验证数据见下表：

**表 18 高钛渣中金红石型二氧化钛的验证数据**

| 试样名称 | 样品编号 | 单位 | 金红石的质量分数 w/% |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 平均值/% | SD/% | RSD/% |  |
|------|------|----|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|------|-------|--|
|      |      |    | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |       |      |       |  |
|      |      |    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |       |      |       |  |

|     |           |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 高钛渣 | 230210-05 | 1 | 4.13 | 4.14 | 4.02 | 3.98 | 4.39 | 4.26 | 4.15 | 3.91 | 4.15 | 4.11 | 4.21 | 4.13 | 0.13 | 3.20 |
|     |           | 2 | 4.23 | 4.22 | 4.29 | 4.19 | 4.21 | 4.28 | 4.26 | 4.28 | 4.31 | 4.26 | 4.28 | 4.26 | 0.04 | 0.91 |
|     |           | 3 | 4.13 | 4.25 | 4.39 | 4.37 | 4.40 | 4.39 | 4.23 | 4.27 | 4.41 | 4.42 | 4.42 | 4.33 | 0.10 | 2.26 |
|     | 230214-05 | 1 | 6.25 | 6.35 | 6.16 | 6.37 | 6.42 | 6.55 | 6.47 | 6.58 | 6.53 | 6.45 | 6.78 | 6.45 | 0.17 | 2.61 |
|     |           | 2 | 6.55 | 6.57 | 6.59 | 6.51 | 6.53 | 6.58 | 6.56 | 6.56 | 6.55 | 6.51 | 6.53 | 6.55 | 0.03 | 0.42 |
|     |           | 3 | 6.00 | 6.48 | 6.50 | 6.29 | 5.98 | 6.47 | 6.05 | 6.24 | 6.45 | 6.29 | 6.26 | 6.27 | 0.19 | 3.09 |
|     | 230330-03 | 1 | 2.69 | 2.41 | 2.57 | 2.51 | 2.35 | 2.55 | 2.46 | 2.48 | 2.28 | 2.49 | 2.48 | 2.48 | 0.11 | 4.42 |
|     |           | 2 | 2.53 | 2.50 | 2.53 | 2.51 | 2.55 | 2.53 | 2.54 | 2.53 | 2.52 | 2.54 | 2.52 | 2.53 | 0.01 | 0.59 |
|     |           | 3 | 2.73 | 2.71 | 2.68 | 2.77 | 2.76 | 2.71 | 2.64 | 2.71 | 2.71 | 2.73 | 2.72 | 2.72 | 0.04 | 1.30 |

### 1、重复性分析

在重复性条件下获得的两个独立测试结果的测定值，在以下给出的平均值范围内，这两个测试结果差的绝对值不超过重复性限（r），超过重复性限（r）的情况不超过5%。重复性限（r）按表2数据采用线性内插法求得。

**表 19 重复性限表**

| 测定元素 | 质量分数(w)% | 重复性限（r）% |
|------|----------|----------|
| 金红石  | 2.57     | 0.19     |
|      | 4.24     | 0.28     |
|      | 6.42     | 0.43     |

### 2、再现性分析

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在以下给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（R），超过再现性限（R）的情况不超过5%，再现性限（R）按表3数据采用线性内插法或外延法求得。

**表 20 再现性限表**

| 测定元素 | 质量分数(w)% | 再现性限（R）% |
|------|----------|----------|
| 金红石  | 2.57     | 0.46     |
|      | 4.24     | 0.55     |
|      | 6.42     | 0.64     |

## 四、标准中涉及专利的情况

本文件不涉及专利问题。



## 五、预期达到的社会效益等情况

### （一）标准的必要性

高钛渣在钛行业中是不可或缺的中间产品，高钛渣的原料来源、生产工艺和产品质量的好坏对下游产品的质量、性能、寿命和环境安全都具有极其重要的影响。这几年钛工业的迅猛发展和国家对生产过程绿色化、环保、节能降耗要求不断提高对该标准相关指标的要求发生了大的变化，需要通过标准修订满足新的要求。

通过本次修订的全过程工作，对影响高钛渣生产和使用的定义、使用范围、指标要求、检测要求、外观要求、粒度要求均进行修订，使社会对高钛渣的认知更加清晰，标准能够满足钛行业原料变化情况、高钛渣生产技术进步情况、高钛渣使用技术的进步情况、钛产业规模的扩大情况的要求，在生产、贸易、使用等方面为行业提供统一的标准要求，便于协调客户和生产商之间的供求关系，为产业发展提供重要的标准支持。

### （二）标准的预期作用

本文件充分考虑了国内高钛渣的生产企业和用户单位的生产工艺技术水平。本文件颁布执行后，将进一步规范高钛渣生产和使用领域的标准，对杂质元素含量、产品粒度、外观质量、判定原则、包装、储存、运输等要求进行了完善，可以满足在高钛渣使用行业的使用需要；有利于生产采用统一的标准开展产品生产质量检验及使用工作，有利于市场公平交易环境的形成，具有较大的社会效益。

## 六、采用国际标准和国外先进标准的情况

### （一）采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国外无相同类型的国际标准。

### （三）国际、国外同类型标准水平的对比分析

经查，国外无相同类型的国际标准。

### （四）与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无。

### （五）标准水平分析

本文件的编制充分考虑高钛渣在行业的重要作用和近几年高钛渣行业的发展情况，增加了满足行业现状的有关指标要求，拓宽了高钛渣标准的覆盖范围，有利于生产单位和和使用单位沟通交流，标准总体达到了国内领先水平。

## 七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

本文件与现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

修订工作组严格按照既定修订原则进行修订，本文件修订过程中未发生重大的分歧意见。

## 九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

本文件建议作为推荐性行业标准，供相关单位参考采用。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

本文件规范了高钛渣相关标准要求，有利于整个行业标准化、规范化、体系化水平的提升。生产企业、使用单位和相关单位应按照本文件的要求，认真贯彻实施本文件内容。

本文件在发布和实施的过渡期间，生产企业可以组织宣员会，以及通过销售部门向采购单位和使用单位提供本文件，保证本文件能够得到及时推广和应用。

#### **十一、废止现行有关标准的建议**

建议废止 YS/T 298-2015《高钛渣》。

#### **十二、其他应予以说明的事项**

无。

《高钛渣》标准修订工作组  
2023年7月

## 附件一

### 高钛渣标准征求意见稿意见汇总处理表

标准项目名称：高钛渣

承办人：钱丽

共 4 页第 1 页

标准项目负责修订单位：新疆湘润新材料科技有限公司

| 序号 | 标准章<br>条编号 | 意见内容                                                                                                            | 提出单位            | 处理意见 | 备注                      |
|----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|-------------------------|
| 1  | 封面         | 将标准分类号 ICS77.150 H 64 修改为 ICS 77.150.50 CCS H 64                                                                | 有色金属技术经济研究院     | 采纳   | 封面已修改                   |
| 2  | 封面         | 调整代替 YS/T298-2015 字体，高钛渣英文第二个单词第一个字母改为小写                                                                        | 广东省科学院工业分析检测中心  | 采纳   | 封面已修改                   |
| 1  | 封面         | 将标准分类号由 ISC77.150H64                                                                                            | 昆明冶金研究院有限公司     | 采纳   | 已修改                     |
| 3  | 封面         | High titanium slag 修改为 High titania slag，与国外文献保持一致                                                              | 广东邦普循环科技有限公司    | 采纳   | 已修改                     |
| 4  | 前言         | 取消：a) 增加一个级别 TZ80；c) 对高钛渣重新定义，与 YB /T5285 酸溶性钛渣中牌号冲突                                                            | 昆明冶金研究院有限公司     | 不采纳  | 由于使用方向不同，不存在冲突。         |
| 5  | 前言         | 调整文字搭配，删除 ZBH31001-87                                                                                           | 广东邦普循环科技有限公司    | 采纳   | 已修改                     |
| 6  | 1          | 把标准适用范围中“钛铁矿”改为“钛铁矿精矿”                                                                                          | 昆明冶金研究院有限公司     | 采纳   | 已修改                     |
| 7  | 1          | 高钛渣最低品位 74% 含量过低，不利于后续工序的质量。建议分为高钛渣与钛渣，80% 以上为高钛渣；80% 以下为钛渣。                                                    | 宁夏东方钽业股份有限公司    | 不采纳  | 把用于四氯化钛生产的钛渣全覆盖，统一称为高钛渣 |
| 8  | 2          | 规范性引用文件高钛渣取样、粒度和水分检测引用的国家标准                                                                                     | 国标（北京）检验认证有限公司  | 采纳   | 已修改                     |
| 9  | 3          | 化学式的大小写和上下标规范                                                                                                   | 青岛盛瀚色谱技术有限公司    | 采纳   | 已修改                     |
| 10 | 3          | 准确把握高钛渣定义，避免引起误解                                                                                                | 青岛盛瀚色谱技术有限公司    | 采纳   | 按照行业惯例，尽可能澄清概念          |
| 11 | 3.1        | 减少高钛渣等级                                                                                                         | 山东瑞福锂业有限公司      | 采纳   | 去除 94、82 等级             |
| 12 | 4          | 对牌号数量和明细进行修改                                                                                                    | 赣州虹飞钨钼材料有限公司    | 采纳   | 已修改                     |
| 13 | 5.1 表 1 表头 | 在各杂质组分含量前分别加上不大于                                                                                                | 宁夏东方钽业股份有限公司    | 增加   | 已修改                     |
| 14 | 5.1        | 对表中的各牌号化学成分进行调整，数值的位数保持一致                                                                                       | 湖北绿钨资源循环有限公司    | 采纳   | 已修改                     |
| 15 | 5.1        | TZ80 建议成分调整如下：SiO <sub>2</sub> 6.0%、MgO 5.5%、Fe 7.0%，其他成分不变。                                                    | 山东瑞福锂业有限公司      | 采纳   | 已修改                     |
| 16 | 5.1        | 对 ZrO <sub>2</sub> 、SnO <sub>2</sub> 、Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 及金红石型 TiO <sub>2</sub> 可根据客户需求进行分析并作为判级依据。 | 湖北万润新能源科技股份有限公司 | 采纳   | 已修改                     |

|    |     |                                                                                                                            |                   |     |                                                                                     |
|----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 5.1 | TiO <sub>2</sub> 总量是否包含金红石型 TiO <sub>2</sub> ; 如果金红石型 TiO <sub>2</sub> 含量在 TiO <sub>2</sub> 总量内, 表示方法要变化                   | 广东邦普循环科技有限公司      | 不采纳 | 不会引起歧义, 不修改                                                                         |
| 18 | 5.1 | TZ90-1 Fe 含量 5%, 建议改为 4%                                                                                                   | 内蒙古蒙达钛业公司         | 采纳  | 确定为 4.5%                                                                            |
| 19 | 5.1 | 新增 ZrO <sub>2</sub> , SnO <sub>2</sub> , Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 对沸腾氯化比较关键, 而在硫酸钛白等行业并无大的影响, 建议将沸腾氯化用钛渣单独列表, 或者单独说明 | 安徽鑫科铜业有限公司        | 采纳  | 对不用于沸腾氯化的钛渣不分析 ZrO <sub>2</sub> , SnO <sub>2</sub> , Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| 20 | 5.1 | 表中 TZ92-1 与 TZ90-1 并无大的区别, 而目前市场上 92 高钛渣的 CaO 是可以做到 <0.15%甚至 0.1%以下的, 建议将 TZ92-1 的 CaO 修改为 0.15%                           | 北方矿业有限责任公司        | 不采纳 | 因原料来源的差异, 目前市场上客观存在钙镁含量差异较大的高钛渣, 要进行适当区分                                            |
| 21 | 5.1 | 表中 TZ92-1 与 TZ90-1 并无大的区别, 而目前市场上 92 高钛渣的 MgO 是可以做到<1%甚至 0.6%以下的, 建议将 TZ92-1 的 MgO 修改为 1%                                  | 安徽鑫科铜业有限公司        | 不采纳 | 由于原料来源的差异, 目前市场上客观存在钙镁含量差异较大的高钛渣, 要进行适当区分                                           |
| 22 | 5.1 | TiO <sub>2</sub> 总量越高, 金红石含量越高, 沸腾氯化损耗越高, 成本越高, 应降低金红石含量标准。                                                                | 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司 | 采纳  | 结合各方面因素综合考虑                                                                         |
| 23 | 5.1 | TZ94 牌号建议删除, 同时建议提高对 TZ92 牌号的其他元素的指标要求                                                                                     | 北京先驱威锋技术开发公司      | 采纳  | 已修改                                                                                 |
| 24 | 5.1 | 将 TZ92-1 及 TZ92-2 的 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 修改为 0.25%                                                               | 北方矿业有限责任公司        | 采纳  | 已修改                                                                                 |
| 25 | 5.1 | 应对低钙镁高钛渣做出规范。                                                                                                              | 贵阳铝镁设计研究院有限公司     | 不采纳 | 不同工艺对低钙镁的要求不一样                                                                      |
| 26 |     | 目前已有酸溶性钛渣 YB/T 5285 标准, 建议将酸溶性钛渣全部包含在内, 合二为一。                                                                              | 北京先驱威锋技术开发公司      | 不采纳 | 酸溶性钛渣的用途是生产硫酸法钛白粉                                                                   |
| 27 | 5.1 | 建议新增高钛渣中 S 元素的指标                                                                                                           | 盛新锂能集团股份有限公司      | 不采纳 | 硫在高钛渣中含量并不高, 不考虑增加设置                                                                |
| 28 | 5.1 | ZrO <sub>2</sub> 、SnO <sub>2</sub> 、Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 建议仅供参考, 不做强制要求, 由供需双方协商。                                | 四川雅化实业集团股份有限公司    | 采纳  | 已修改                                                                                 |
| 29 | 5.1 | 沸腾氯化用钛渣, 建议将粒度 18-200 目修改为 18-150 目占比大于 90%, 从高钛渣厂家控制, 细粉可以作为熔盐氯化或其他行业用高钛渣, 减少对钛资源的浪费                                      | 北方矿业有限责任公司        | 不采纳 | 通过破碎工艺来解决                                                                           |
| 30 | 5.1 | 降低渣的金红石含量的方法之一是采用水冷。增加金红石含量要求, 会增加水资源的投入 (大部分钛渣企业又位于北方), 也会导致废水的产生, 进而增加环保成本。                                              | 唐山鑫丰锂业有限公司        | 不采纳 | 考虑到需要满足行业的共性要求, 仍然保持金红石型二氧化钛的含量要求, 实际根据用途约定。                                        |
| 31 | 5.1 | 增加 TZ88-1 和 TZ88-2 及 TZ83 三个级别及成分要求                                                                                        | 乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司 | 采纳  | 已修改                                                                                 |

|    |         |                                                                                |                 |     |          |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|----------|
| 32 | 5.2     | 钛渣水分应小于 0.3%                                                                   | 江苏鼎胜新能源材料股份有限公司 | 采纳  | 已修改      |
| 33 | 5.3     | 75um-425um>45%, 425-850um≤45%范围不够明确;可能 75--425um 达到 90%, 建议增加上下限               | 西安汉唐分析检测有限公司    | 较明确 | 保持       |
| 34 | 5.3     | 取消粒度用目表示                                                                       | 江苏容汇通用锂业股份有限公司  | 采纳  | 已修改      |
| 35 | 5.4     | 高钛渣经常出现夹杂黄红色颗粒问题(金红石问题);如果允许高钛渣掺杂金红石,外观如何判定。                                   | 西安汉唐分析检测有限公司    | 不变  | 通过工艺解决   |
| 36 | 6.1     | 化学成分分析建议增加 XRF 和 ICP 分析方法,作为补充                                                 | 西安瑞福莱钨钼有限公司     | 不采纳 | 分析方法标准解决 |
| 37 | 6.2     | 称取约 100g 试样,准确至 0.01g,至于已在 105° C 恒重的试样盘中                                      | 新疆有色金属研究所       | 采纳  | 已修改      |
| 38 | 6.2     | 直接引用已有国家标准                                                                     | 江西东鹏新材料有限责任公司   | 采纳  | 已修改      |
| 39 | 7.3     | 把放射性检测要求放到 5.1 说明                                                              | 江西赣锋锂业股份有限公司    | 采纳  | 已修改      |
| 40 | 7.4.2   | 取样制样直接引用已有国家标准                                                                 | 江西雅保锂业有限公司      | 采纳  | 已修改      |
| 41 | 8.1     | 产品外包装上加产品级别和粒度内容                                                               | 昆明理工大学          | 采纳  | 已修改      |
| 42 | 8.2     | 大包装每袋 1000kg 或 1500kg                                                          | 中国科学院理化技术研究所    | 采纳  | 已修改      |
| 43 | 8.2.2   | 包装要求过于精准。修改为:产品分大包装和小包装,大包装每袋 1000kg 或 1500kg(±10kg),小包装每袋 25kg 或 30kg(±0.5kg) | 新疆有色金属研究所       | 不采纳 | 按照行业惯例   |
| 44 | 附录 A3.1 | 该段落盐酸分子式有误                                                                     | 云南省产品质量监督检验研究院  | 采纳  | 已修改      |

说明:

- (1) 发送《征求意见稿》的单位数: 35 个;
- (2) 收到《征求意见稿》后,回函的单位数: 33 个;
- (3) 收到《征求意见稿》后,回函并有建议或意见的单位数: 32 个
- (4) 没有回函的单位数: 2 个。