

《氟化铝单位产品能源消耗限额》化工行业标准

编制说明（征求意见稿）

（一）工作简况

1、任务来源

根据工业和信息化部办公厅《关于印发 2022 年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》工信厅科函〔2022〕312 号文的要求，于 2023 年完成《氟化铝单位产品能源消耗限额》标准的制定工作，项目编号：2022-1976T-HG。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出，由全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会（SAC/TC63/SC1）归口。

主要起草单位为： 。

2、制定背景

目前行业中氟化铝产品主流传统工艺是氢氟酸和氢氧化铝反应得到氟化铝，氟硅酸法生产工艺是利用磷酸生产的废气经吸收后得到的氟硅酸与氢氧化铝反应，工艺不同，单位产品能源消耗限额也不相同。

氟化铝主要用于电解铝的生产，以降低熔点和提高电解质的导电率；也可用于酒精生产，作为副发酵作用的抑制剂；或用作陶瓷外层釉彩和搪瓷釉的助熔剂、非铁金属的熔剂。氟硅酸法的生产原料主要来源于磷肥生产过程中产生的副产氟硅酸溶液，加入氢氧化铝，经过反应、结晶、过滤、干燥制得。氟硅酸法生产工艺中利用蒸汽加热及干燥工序等高能耗特点，根据生产工艺的控制点，通过制定不同生产工艺氟化铝单位产品能源消耗限额绿色节能化工行业标准，规范单位产品能源消耗限额的最佳核算范围、基本要求、计算方法及节能管理与措施等，对行业内的生产企业单位产品能源消耗约定，鼓励企业减碳技术革新，以及对废水、废气、废渣进行资源综合利用，降低企业的综合能耗，实现“碳达峰、碳中和”目标。

制定《氟化铝单位产品能源消耗限额》化工行业标准，充分考虑不同生产工艺，分别进行规定，可起到规范行业行为，引领行业技术革新的作用，符合国家节能减排、循环经济的产业发展政策，以及 2021 年工业和信息化标准工作要点中“做好工业低碳和绿色制造等标准制定。开展钢铁、建材、有色金属、石化化工、轻工、纺织、电子等行业低碳与碳排放、节能和能效提升、节水和能效提升、资源综合利用等标准研制。”“加强工业节能与绿色发展等重点领域标准体系的顶层设计”和“优先支持重点和基础公益类标准制定”等，有利于加强全国磷肥生产企业环境治理，发展循环经济，实现清洁生产，为科学发展经济和构建和谐社会的做出贡献。

该标准的制定实施对缓解资源环境约束，应对全球气候变化，促进经济发展方式转变，建设资源节约型、环境友好型社会，增强可持续发展能力，为淘汰行业中产能低、能耗高的企业起到指导意义。

3、主要编制过程

1) 起草阶段

（1）2023 年 1 月～3 月，针对氟化铝生产工艺等信息开展了广泛的前期研究，并查阅

了大量相关的标准、规范，为标准的编写奠定了基础。经过查阅资料和广泛调研后，各起草单位经研究讨论确定了标准的基本框架和编制思路，形成标准框架。并于 2023 年 3 月 13 日在昆明召开了工作方案会，参加方案会的有云南云天化氟化学有限公司、多氟多新材料股份有限公司、白银中天化工有限责任公司、宁夏盈氟金和科技有限公司、湖南兴湘氟化工有限公司、广西平果氟化盐有限公司等单位，对标准的框架和相关内容进行了细致的讨论。

2) 标准征求意见阶段

在起草阶段工作基础上，起草单位对工作组讨论稿进行了进一步的讨论和修改，其后提出标准草案征求意见稿及编制说明。于 2023 年 6 月开始向相关生产厂家及无机化工分技术委员会委员单位等机构发送电子文件征求意见稿及编制说明，并在网上（www.trici.com.cn）公开征求意见。

(二) 行业概况

1) 产品性质及应用领域

氟化铝 AlF_3 分子量：83.98 为无色单斜晶系晶体。难溶于水、酸及碱溶液，不溶于大部分有机溶剂，也不溶于氢氟酸及液化氟化氢。性质非常稳定，与液氨、甚至与浓硫酸加热至发烟仍不起反应，与氢氧化钾共熔无变化，也不被氢气还原，加热不分解，但升华。

氟化铝是重要的无机化工产品，是电解铝生产中的必要原料，作为氧化铝融熔电解质的调整剂，可降低电解温度，增强导电性能，降低分子比，有利于氧化铝的电解。

2) 生产工艺

氟化铝制备工艺按反应体系介质的不同可分为气固流化床法（干法或无水氢氟酸工艺）和氟硅酸法，气固流化床法主要是指氢氟酸气体与氢氧化铝固体在高速流化床内反应制得氟化铝，氟硅酸法主要指 磷矿石副产的氟硅酸与氢氧化铝在水溶液介质中制得 $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。除此之外，氟化铝可根据原料氟来源不同分为氢氟酸法和氟硅酸法两大类，也可根据原料铝的来源不同分为氢氧化铝法和黏土或铝土矿法两大类。业界常用的分类主要是结合电解铝的节能减排，一般按气固流化床法气固流化床法和氟硅酸法进行分类。标准中能耗指标的统计也按这种分类方法。

干法氢氟酸法：根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》为限制类生产工艺。

粗洗后的氟化氢气体和氢氧化铝进行气固反应生产氟化铝。

无水氢氟酸法：将氟化氢气体经精馏、脱气精制得到 99.9% 的液体氢氟酸，再用于制氟化铝。

氟硅酸法：氟硅酸和氢氧化铝直接反应，制得含二氧化硅的氟化铝料浆，过滤、洗涤得二氧化硅，氟化铝溶液中加入晶种，经洁净、干燥、煅烧后制得氟化铝。

氢氟酸氢氧化铝气固流化床法的氟主要来源于萤石，萤石因氟原子的独特化学性质并广泛应用于冶金、化工、新材料、国防等多行业，对国家安全、国民经济和社会发展有着重要影响，是宝贵的战略资源。我国拥有全球最丰富的萤石资源，并日益成为全球氟化工的重要生产国、消费国和出口国。由于萤石矿的不可再生性，国家出台了相关政策严控萤石的生产 and 出口。2016 年 11 月，由国土资源部、会同国家发改委、工信部、财政部、环保部、商务部共同组织编制的《全国矿产资源规划（2016-2020 年）》，首次将萤石等 24 种矿产列入战略性矿产目录。从此作为矿产资源宏观调控和监督管理的重点对象之一，萤石在资源配置、

财政投入、重大项目、矿业用地等方面将会被加强引导和差别化管理，以提高资源安全提供能力和开发利用水平。

氟硅酸法氟化铝中的氟主要来源于磷矿石中伴生的氟，国内磷矿石占世界氟蕴藏量的90%以上，是世界主要产磷国之一。从磷化工中回收氟资源，既可提高资源的综合利用率，延长磷化工产业链，又可推动磷矿石清洁加工和高端氟材料产业的发展。现存在的主要问题是产品质量与干法/无水氢氟酸法相比略有差距，还亟待进一步完善，但随着萤石资源的匮乏，用氟硅酸、氢氧化铝制备高性能、高品质氟化铝是未来氟化工行业发展的主要方向。

3) 国内概况

国内氟化铝主要用于炼铝工业，所以氟化铝产品的市场需求量主要是随着电解铝的产量的变化而变化。国内氟化铝的产能108.8万t，其中气固流化床法（干法或无水氢氟酸工艺）产能近98.2万t，氟硅酸法产能10.6万t。氟硅酸法生产企业主要有云南云天化氟化学有限公司等，无水氢氟酸法生产工艺主要有多氟多新材料股份有限公司、白银中天化工有限责任公司、宁夏盈氟金和科技有限公司，干法氢氟酸法主要有湖南兴湘氟化工有限公司、广西平果氟化盐有限公司等。

（三）标准编制原则

符合国家政策法规要求；

有利于有效合理利用和保护国家资源、推广科技成果、提高经济效益；

反映企业技术进步的成果，做到技术先进，经济合理；

在生产实际中具有较强的实用性、指导性和操作性；

有利于促进公平竞争，保护企业和社会利益。

（四）主要技术内容及其确定依据

依据国家标准 GB/T 2589《综合能耗计算通则》规定的计算方法，能源品种统一为标准煤，同时依据 GB/T 12723《单位产品能源消耗限额编制通则》进行研究与制定。

能耗标准的制定是一项综合性的节能基础工作。能耗标准要具有可操作性，便于实施，使其真正起到促进节能、鼓励节能的作用。通过充分借鉴国内外生产最佳节能降耗的实践经验，考虑工艺技术、产品规格等差别，科学地确定考核指标，制定该能耗标准。

符合国家标准 GB/T 4292《氟化铝》的成品氟化铝。包括氟硅酸法、干法氢氟酸法、无水氢氟酸法工艺产品。

本标准规定了氟化铝单位产品能源消耗（以下简称能耗）限额的术语和定义、技术要求、统计范围和计算方法、节能管理与措施。

本标准适用于氟化氢或氟硅酸与氢氧化铝反应生产氟化铝生产企业能耗的计算、控制和考核。

1、术语和定义

规定了氟化铝附属生产系统、氟化铝生产界区、氟化铝产品能源消耗总量和氟化铝单位产品能源消耗限额术语和定义。

2、技术要求

统计样本具有代表性，覆盖的产能占全行业产能比例的60%，符合 GB/T 12723《单位产品能源消耗限额编制通则》的50%要求。

单位产品能源消耗限定值是评价现有生产企业单位产品能耗是否满足最低能耗要求的指标，应以淘汰一定比例的现有高能耗落后产能为取值原则，在基于节能改造的经济可行性分析基础上淘汰比例应不低于 20%。

单位产品能源消耗准入值是评价新建及改扩建企业（装置）是否能够达到准入能耗要求的指标，应基于技术发展趋势和节能潜力分析制定，以本行业国内能效先进水平为取值原则，并具有一定的技术前瞻性。对高耗能、高污染以及产能过剩行业，在技术发展趋势和节能潜力分析基础上，单位产品能源消耗准入值应达到行业“领跑者”的能效水平。

单位产品能源消耗先进值应以行业国际先进水平为取值原则，是促进现有生产企业采用先进技术，使单位产品能耗达到先进水平的指标。

我们调研了行业内具有代表性的企业云南云天化氟化学有限公司、多氟多新材料股份有限公司、白银中天化工有限责任公司、宁夏盈氟金和科技有限公司、湖北宜氟特环保科技有限公司、湖南兴湘氟化工有限公司、广西平果氟化盐有限公司、湖南有色衡东氟化学有限公司等，根据调研的结果设置了三种工艺能耗的限定值、准入值和先进值。如下表所示：

表 1

生产方法	单位产品能耗 限定值（kgce/t）	单位产品能耗 准入值（kgce/t）	单位产品能耗 先进值（kgce/t）	调研数据汇总
氟硅酸法	≤ 350	≤ 330	≤ 320	310~355
干法氢氟酸法	≤ 300	≤ 280	≤ 250	245~305
无水氢氟酸法	≤ 350	≤ 330	≤ 300	290~350

3、边界划分及能耗统计范围

边界划分基于生产系统进行划分，边界内包括生产系统、辅助生产系统和附属生产系统。

统计范围包括实际消耗的一次能源和二次能源等各种能源，含用作原料的能源。耗能工质消耗的能源应纳入综合能耗计算。耗能工质主要包括新水、软化水、压缩空气、氧气和氮气等。

4、氟化铝产量的计算

根据 GB/T 2589《综合能耗计算通则》中 3.7 条的规定，单位产品综合能耗中的产品是指合格的产品。因此标准中产量的计算应为符合 GB/T 4292《氟化铝》的产品产量。

5、耗能种类及节能措施

氟硅酸法氟化铝生产工艺消耗的能源为电力、天然气和蒸汽，耗能工质为新水。用能设备主要为带式过滤机、干燥窑、煅烧窑、冷却机、真空泵、燃烧咀。节能措施可以在设备及干燥、煅烧系统采用，例如在风机和泵类设备可采用变频调速控制。干燥系统可采用热能梯级利用工艺。例如：利用蒸汽冷凝液热量，减少外部能耗；采取逆流加热，利用煅烧窑窑腔的余热作为干燥机的热源，实现能量充分利用，无须外部提供额外热源；部分含氟废水返回磷酸装置浓缩工序进行氟吸收后得到氟硅酸继续作为原料使用，进一步提升了氟资源的综合利用率。

干法氢氟酸法生产工艺消耗的能源为电力、天然气和蒸汽，耗能工质为新水。用能设备主要为反应炉、空压机、蒸汽发生器、沸腾炉等。节能管理与措施有原料粗氢氧化铝比细氢氧化铝生产的氟化铝单耗低，此外萤石粉与硫酸反应的反应炉系统、氟化氢气体与氢氧化铝反应的流化床系统，这两个系统的参数优化。

无水法氢氟酸法生产工艺消耗的能源为电力、天然气和蒸汽，耗能工质为新水。用能设备主要为萤石烘干炉、反应炉燃烧室、冷冻机、精馏、脱气系统，锅炉、空压机等。节能措施有成立能源管理小组，建立能源管理体系并保持有效运行，通过合理化建议、小改小革、技术改造等措施开展节能控制管理工作。

5、计算公式

参照 GB/T 2589 给出了计算公式，具体见标准稿。

（五）采标情况

1. 采用国际标准或国外先进标准的情况

无。

2. 引用标准情况

在本标准编写过程中，主要引用了以下标准：

GB/T 2589 《综合能耗计算通则》

GB/T 4292 《氟化铝》

GB/T 12723 《单位产品能源消耗限额编制通则》

《浅议电解铝用氟化铝的发展趋势》 《河南化工》2021.第 38 卷 张小霞

《干法氟化铝工艺简析》 《轻金属》2007 年第 10 期 陆祖勋

（六）与有关法律、行政法规及相氢关标准的关系

与有关的现行法律、法规和相关标准没有冲突。

（七）重大分歧意见的处理经过和依据

有关生产工艺名称的写法：大部分企业不同意称为干法氟化铝工艺和无水氟化铝工艺，2023 年 3 月昆明方案会上讨论按原料氢氟酸的不同修改为：干法氢氟酸法和无水氢氟酸法。

（八）标准水平及属性分析

本标准在制定过程中，广泛征集了同行业的意见，同时考虑行业实际情况，该标准客观反应了目前氟化铝企业的能耗水平，具有应用性、适用性、指导性、先进性和通用性。综合分析，本标准达到国内先进水平。

本标准为推荐性标准。