◆新质生产力与产业态势◆

国家标准《碳排放核算与报告要求 工业硫酸企业》内容介绍和编制思路

李　崇[1]，杨　曼[1]，白海丹[1]，李月丽[2]，方雨乔[2]

（1. 中国硫酸工业协会，北京　100010；2. 成都达奇科技股份有限公司，四川 成都　610000）

［摘　要］硫酸有“工业之母”的美誉，是最基础的化工材料之一。在国家“双碳”目标背景下，硫酸行业的碳排放标准制定工作对我国“双碳”工作开展具有重要的支撑作用。对国家标准《碳排放核算与报告要求 工业硫酸企业》重点内容和编制思路进行了梳理及解读，以帮助行业更好地理解和应用该标准。参考国家相关规定和其他行业的“双碳”标准，提出了硫酸行业“零碳热力”和“零碳电力”的概念。

［关键词］国家标准；工业硫酸企业；碳排放核算；零碳热力；零碳电力

［中图分类号］TQ111.1　　［文献标志码］A　　［文章编号］2097-4566（2024）09-0001-05

Contents introduction and compilation ideas of the national standard “Requirements for Carbon Emission Accounting and Reporting for Industrial Sulfuric Acid Enterprises”

LI Chong[1], YANG Man[1], BAI Haidan[1], LI Yueli[2], FANG Yuqiao[2]

(1. *China Sulfuric Acid Industry Association*, *Beijing* 100010, *China*;
2. *Chengdu Daqi Technology Co., Ltd.*, *Chengdu* 610000, *China*)

Abstract: Sulfuric acid is known as the mother of industry, and is one of the most important chemical materials. Against the backdrop of the national “dual carbon” target, the setting of carbon emission standards for the sulfuric acid industry plays an important supporting role in the implementation of China’s “dual carbon” work. The key content and compilation ideas of the national standard “Requirements for Carbon Emission Accounting and Reporting for Industrial Sulfuric Acid Enterprises” are summarized and interpreted to help the industry better understand and apply the standard. Referring to relevant national regulations and the “dual carbon” standards of other industries, the concepts of “zero carbon heat” and “zero carbon electricity” in the sulfuric acid industry are proposed.

Key words: national standard; industrial sulfuric acid enterprises; carbon emission accounting; zero carbon heat; zero carbon electricity

0　引言

近年来国内极端天气频发，已严重威胁到民众的生命健康及财产安全，而国际上同样面临着冰川消融带来的一系列可能影响人类生存发展的生态问题。当前，国际政治经济处于百年未有之大变局，我国政府勇于以发展中国家的角色主动分担人类发展重任，极力促成《巴黎协定》中把全球平均气温升幅控制在工业化前水平以上低于2.0 ℃，最好是1.5 ℃之内的目标。2020年9月22日在第七十五届联合国大会上，习近平主席郑重宣布，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和[1]。我国计划从碳达峰到碳中和的窗口期仅为30年，相比于欧盟窗口期71年和美国窗口期43年，我国实现“双碳”目标时间紧、任务重，体现了大国担当。

实现碳达峰目标的首要步骤一定是先摸清“碳家底”，即进行碳排放核算[2]，相关标准体系建设则显得尤为关键。对此工业和信息化部于2023年5月22日发布《工业领域碳达峰碳中和标准体系建设指南（2023版）》，明确到2025年工业领域碳达

［收稿日期］2024-05-22

［作者简介］李　崇（1984-），男，辽宁营口人，中国硫酸工业协会秘书长，主要从事硫酸行业管理工作。
E-mail：lichong2802227@sina.com

峰碳中和标准体系基本建立，要求针对低碳技术发展现状、未来发展趋势以及工业领域行业发展需求，制定 200 项以上碳达峰急需标准。2023 年 12 月 29 日，国家标准化管理委员会下达碳达峰碳中和国家标准专项计划和国家标准外文版计划，其中《碳排放核算与报告要求 第 X 部分：工业硫酸企业》获得立项许可，计划编号 20232532—T—606。该标准由中国石油和化学工业联合会和全国环境管理标准化技术委员会（SAC/TC207）归口，由中国硫酸工业协会牵头起草，标准性质为推荐性国家标准。本次编制的《碳排放核算与报告要求 工业硫酸企业》，旨在帮助工业硫酸生产企业准确核算和规范报告温室气体排放量，同时也为主管部门建立并实行重点企业温室气体报告制度奠定基础[3]。

1 标准编制原则

1.1 全面性原则

标准涵盖了所有原料制硫酸，充分考虑到不同原料、不同工艺、不同产品等级的影响，明确各种情况的界区划分，充分考虑到各种工艺可能的碳排放环节，即使是小众的工艺和生产环节，也要考虑在内，并针对性地制定核算方法，做到不遗漏任何的碳排放源。同时，考虑到工业硫酸生产过程中会有副产品，例如烧渣、水泥熟料和二氧化硫、三氧化硫等硫酸衍生品，标准对碳排放报告主体做了针对性说明。

1.2 可操作原则

本标准充分考虑工业硫酸生产的行业特点，针对不同原料种类和工艺，明确工业硫酸生产界区，并标明工业硫酸生产过程中可能的碳排放节点，以及相关的碳源输入种类。在符合碳排放标准编制导则的情况下，尽量用工业硫酸行业的语言简化标准文本，压缩碳排放核算报告的内容，让碳排放计算方法标准更加通俗易懂，便于工业硫酸生产企业快速理解和核算碳排放量。同时，考虑到工业硫酸生产中化石燃料用量极少，本标准推荐使用缺省值，减少实测工作量。

1.3 针对性原则

针对硫酸生产企业净输出蒸汽或者电力的特点，结合碳排放的相关要求和原则，本标准针对性地提出了“零碳热力”和“零碳电力”的概念，既符合行业实际，又为行业企业日后更好地参与碳市场交易奠定了基础。

2 标准主要技术内容

本标准正文包括 8 个部分，即适用范围、规范性引用文件、术语和定义、核算边界、计量与检测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理以及报告内容和格式；附录包括 3 个部分，即相关参数缺省值、报告格式模板和数据质量控制计划模板。

2.1 适用范围

本标准适用范围：任何在我国境内以硫铁矿、硫黄、冶炼烟气、石膏以及硫化氢、硫酸亚铁、废硫酸、废硫黄等其他含硫废物为主要原料，以工业硫酸为主要产品的企业，均可参考本标准核算企业的温室气体排放量，并编制企业温室气体排放报告。本标准适用于所有原料制备工业硫酸的企业，如果企业除了生产工业硫酸以外，还有其他衍生及下游产品，如电子级硫酸、试剂级硫酸、二氧化硫、硫酸铵、硫酸镁等，但仍以工业硫酸为主要产品，仍可参照执行本标准的温室气体排放核算方法。

2.2 术语和定义

本标准除了碳排放一些必需的通用术语如报告主体、报告期、碳源流、化石燃料燃烧排放、过程排放、活动数据、排放因子以及可再生能源绿色电力证书等，针对硫酸行业特点增加了行业相关术语和定义，如：工业硫酸企业、脱硫剂、水处理剂、金属化合物、硫酸衍生品、零碳热力以及零碳电力。尤其是零碳热力以及零碳电力是针对硫酸生产净输出蒸汽或者电力的特点，由本标准首次提出的术语。硫酸生产系统中存在由硫铁矿煅烧、硫黄焚烧以及转化干吸工段产生的余热，将余热梯级利用后，则会产生蒸汽、电力和热水等能源，为了区别化石能源（煤、油、气）制热力和电力，将硫酸生产系统回收的热力和电力分别定义为零碳热力和零碳电力。

2.3 核算边界

为了便于工业硫酸生产企业理解和应用，本标准将工业硫酸生产中典型的 4 种原料（硫铁矿、硫黄、冶炼烟气、石膏）制硫酸的工艺流程图列出，并标明了核算边界和输入、输出节点（分别见图 1 至图 4）。

图中，虚线框内展示了各制硫酸工艺的基本情况以及内部的物质流和能量流，框外为两个维度，横向为原料和产品的物质流，纵向为输入和输出的碳源物质流。

碳源物质流具体可分为以下 3 种类别：化石燃料燃烧排放、工业过程排放以及消耗电力、热力产生的间接排放。

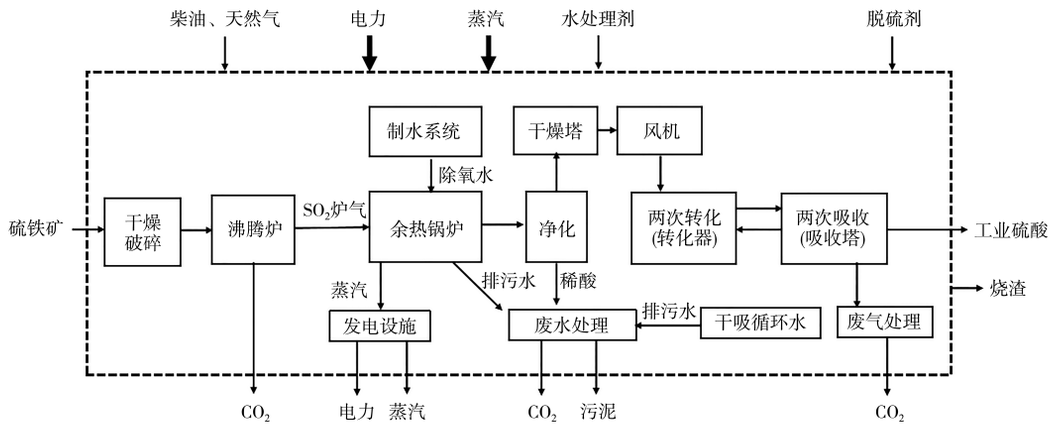

图 1　硫铁矿制硫酸界区示意

Fig. 1　Boundary diagram of sulfuric acid production from pyrite

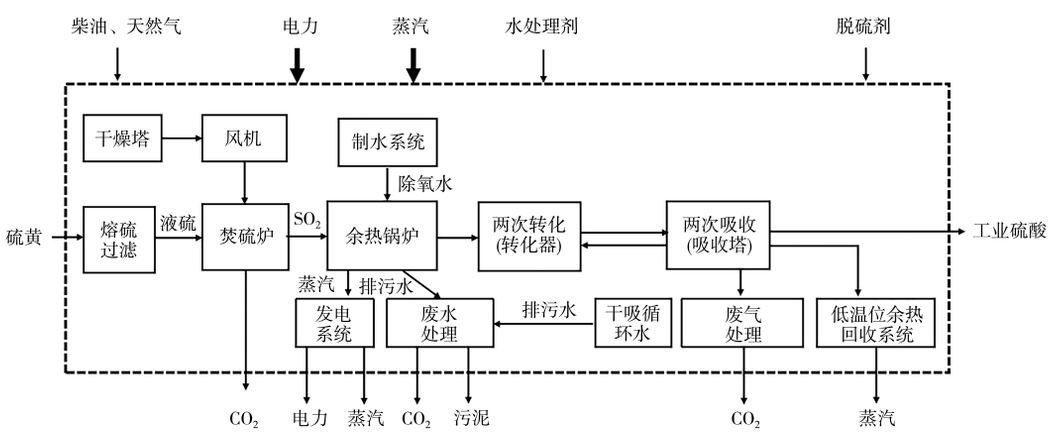

图 2　硫黄制硫酸界区示意

Fig. 2　Boundary diagram of sulfuric acid production from sulfur

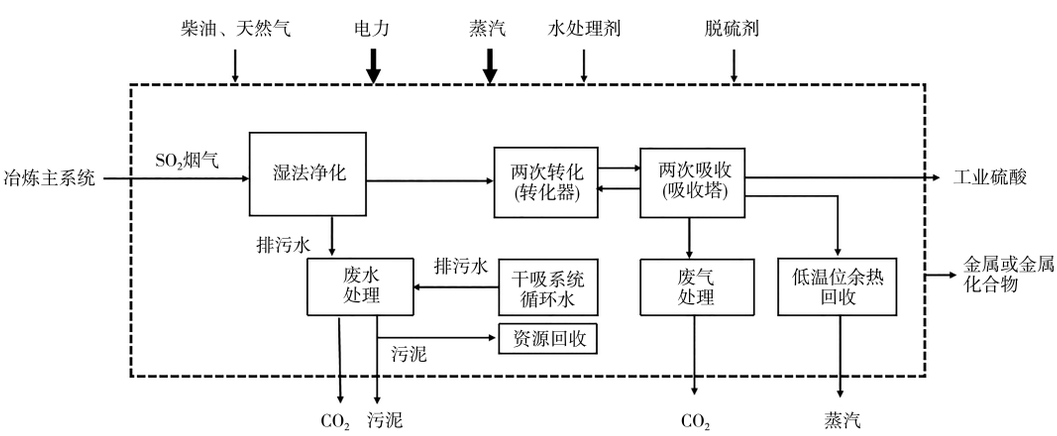

图 3　冶炼烟气制硫酸界区示意

Fig. 3　Boundary diagram of sulfuric acid production from smelting flue gas

化石燃料燃烧排放：硫酸装置开车时，涉及开车升温点火操作，此处可能会伴随少量化石燃料作为碳源物质流输入；石膏制硫酸过程提高回转窑温度所需的热量需要由化石燃料燃烧提供，属于碳源物质流输入。

工业过程排放：含碳硫铁矿燃烧产生的二氧化碳，应用碳酸盐类水处理剂中和酸性废水产生的二氧化碳，磷石膏分解所需的碳基还原剂产生的二氧化碳等。

消耗电力、热力产生的间接排放：工业硫酸生

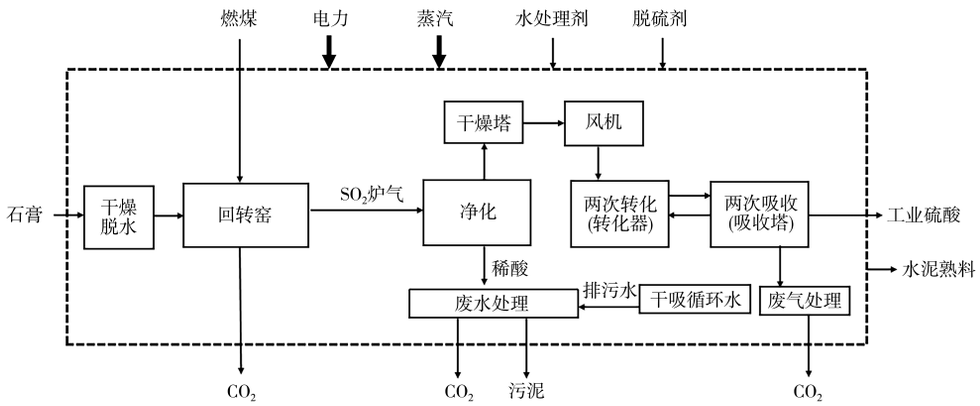

图4 石膏制硫酸界区示意

Fig. 4 Boundary diagram of sulfuric acid production from gypsum

产时消耗的电力，根据电力的二氧化碳排放因子计算得出间接碳排放量，二氧化碳排放因子采用生态环境部最新发布的全国或区域电力平均二氧化碳排放因子，零碳电力和购买绿证对应的电力二氧化碳排放因子为0。如工业硫酸生产系统有热力输入，则根据热力的来源和二氧化碳排放因子，计算得出间接碳排放量。

2.4 核算步骤与核算方法

2.4.1 核算步骤

工业硫酸生产企业碳排放核算步骤见图5。碳排放核算步骤主要有：确定核算设施边界，识别碳源物质流的输入和输出，选择和获取排放因子数据，计算排放量，汇总报告主体CO_2排放总量，分别核算CO_2排放量。

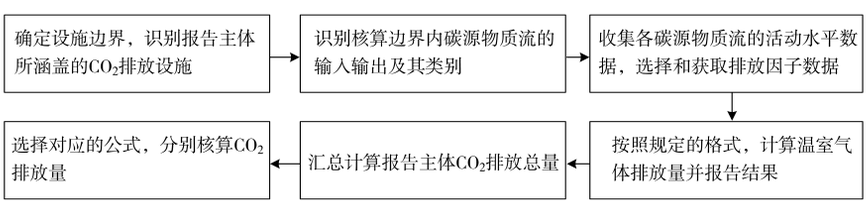

图5 工业硫酸生产企业碳排放核算步骤

Fig. 5 Carbon emission accounting steps of industrial sulfuric acid enterprises

2.4.2 核算方法

报告主体的碳排放总量等于化石燃料燃烧产生的碳直接排放量加上工业过程产生的碳直接排放量，再加上消耗电力、热力产生的间接碳排放量。

本公式需要说明的几点：

（1）没有扣减输出电力、热力对应的排放量。本标准已将对外输出的热力和电力定义为零碳热力和零碳电力。

（2）硫酸生产系统输出的电力、热力的排放因子在取值时，分别基于全国或区域电力平均二氧化碳排放因子和热力的来源确定二氧化碳排放因子。如无特别规定，热力的二氧化碳排放因子也可参考使用化石燃料制热力的系数，即每产生1 GJ热量排放CO_2 0.11 t。

2.5 附录

附录A部分将常见化石燃料特性参数缺省值表简化，只放置工业硫酸行业可能会涉及的3种化石燃料。为了与核算方法内容相呼应，直接将排放因子的数据结果放在表中，同时标注了原始数据来源以及计算过程。常见碳酸盐二氧化碳排放因子缺省值表中只放置了可能涉及的3种常见碳酸盐。

3 需要说明的几点规定及原因

3.1 工业硫酸生产碳排放量的定义及计算方法

工业硫酸生产碳排放量即工业硫酸生产界区内的化石燃料燃烧排放、工业过程排放，以及消耗电力、热力产生的间接排放之和。其中前两种属于直接排放，最后一种属于间接排放。

影响工业硫酸生产碳排放量的因素只有化石燃料的用量、稀酸中和的碳酸盐用量、石膏制硫酸还原剂的用量以及输入的电力和热力的用量等，与原材料用量，产品和副产品产量，以及对外输出热力（蒸汽或热水）、电力的量无关。

3.2　工业硫酸生产界区

按照国家标准化管理委员会对具体产品碳排放核算方法的总体要求及原则，即“不遗漏、不重复”，考虑到工业硫酸生产多与其他化工产品上下游联产或属于同一法人单位的行业特点，如何明确核算界区就显得尤为关键。

本标准以工业硫酸生产界区示意图的形式，明确标注出工业硫酸的生产界区。界区示意图中标注原料和产品的物质流以及输入和输出的碳源物质流，方便辨识。对于硫黄制硫酸、硫铁矿制硫酸和石膏制硫酸，界区基本涵盖了所有的生产界区，除了主流程以外，按照“不遗漏”的原则，还包括发电设施、制水设施、废水处理设施、尾气处理设施以及辅助及附属设施等，如企业还有电子级硫酸、试剂级硫酸、三氧化硫、二氧化硫等硫酸衍生品，以上衍生品的生产也在界区内。其他原料如废酸、硫酸亚铁、废硫黄等制硫酸可参考硫铁矿制硫酸的界区执行。对于冶炼烟气制硫酸，按照“不重复”的原则，从烟气湿法净化开始归入工业硫酸生产界区，之前的部分归入冶炼界区。

3.3　报告主体和报告期

因工业硫酸装置通常与其他上下游产品配套，多数不是独立的法人单位。本标准规定的报告主体可以是独立法人企业，也可以是法人企业下属的独立的硫酸生产装置。法人企业除了硫酸生产装置还有其他产品的，可参照其他产品的碳排放核算方法标准另行计算。另外，硫酸生产的同一工序可能会产生除了硫酸以外的其他产品，故本标准规定的报告主体的产品除硫酸外，还有硫铁矿烧渣、水泥熟料、蒸汽、电力以及其他硫酸衍生品等。报告核算的碳排放量为以上所有产品生产过程中碳排放量之总和，除了明确规定蒸汽和电力为零碳之外，其他衍生产品的碳排放量，本标准未作分配规定。待后续制定碳足迹标准时，再另行规定。至于报告期，通常指一个自然年，与全国或区域电力平均二氧化碳排放因子的更新频率一致。

3.4　零碳电力和零碳热力的规定

由于含硫原料燃烧释放大量的热量，而且转化和吸收工序也均是放热反应，因此硫酸装置就成了“能源工厂”。多数情况下，工业硫酸的生产过程是负能耗的。如果将硫酸生产界区输出的热力和电力按照一般的排放因子折算的话，那么硫酸生产界区就会出现负碳排放的情况。但综合考虑硫酸生产的实际情况以及国家政策鼓励碳减排的原则，参考绿色电力以及绿色电力证书的有关规定，硫酸生产界区内输出的热力和电力，源自于硫酸生产过程中的余热利用（硫铁矿、硫黄燃烧释放的热，转化吸收工序释放的热等），具有额外性，故本标准将硫酸生产界区输出的热力（蒸汽和热水）和电力定义为零碳热力和零碳电力，即其排放因子取值为0。下游使用这部分零碳热力和零碳电力的企业，其输入的热力和电力碳排放量计为零。

4　结语

以上是对《碳排放核算与报告要求 工业硫酸企业》标准内容的介绍以及制定思路的解读，由于时间紧、任务重、理论水平有限，本标准的制定难免有诸多不足之处，请行业企业积极提出宝贵意见，以逐步完善本标准。本标准中关于零碳热力和零碳电力的规定，属于结合硫酸生产实际情况下的创新理论，希望能得到“双碳”领域业内人士的广泛关注和指导。

［参考文献］

［1］ 付姣，梁丽芝，崔绍龙.国际温室气体监测发展态势及其对中国的启示[J/OL].世界科技研究与发展.https://doi.org/10.16507/j.issn.1006-6055.2024.01.005.
FU J, LIANG L Z, CUI S L. The Development Trends of International Greenhouse Gas Monitoring and Its Enlightenment to China[J/OL]. Word Sci-tech R & D. https://doi.org/10.16507/j.issn.1006-6055.2024.01.005.

［2］ 张承舟，苏垚，王宇航，等.钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价研究[J].环境影响评价，2024，46(2)：1-7.
ZHANG C Z, SU Y, WANG Y H, et al. Research on environmental impact assessment of greenhouse gas emissions from construction projects in the steel industry [J]. Environment Impact Assessment，2024，46(2)：1-7.

［3］ 蔡博峰，朱松丽，于胜民，等.《IPCC 2006年国家温室气体清单指南2019修订版》解读[J].环境工程，2019，37(8)：1-11.
CAI B F, ZHU S L, YU S M, et al. The Interpretation of 2019 refinement to the 2016 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventory[J]. Environment Engineering，2019，37(8)：1-11.