

制定《碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南》
国家标准编制说明
(征求意见稿)

编制单位：碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南国家标准起草小组

编制日期：2024 年 5 月

制定《碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南》国家标准编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1 基本信息

1) 任务来源

根据国家标准化管理委员会关于下达碳达峰碳中和国家标准专项计划及相关标准外文版计划的通知（国标委发〔2023〕67号）的要求，于2025年5月前完成《碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南》国家标准的制定工作（计划编号20232533-T-606）。本标准归口单位为全国化学标准化技术委员会（SAC/TC 63），执行单位为全国化学标准化技术委员会无机化工分会。中海油天津化工研究设计院有限公司、唐山三友化工股份有限公司、河南中源化学股份有限公司、内蒙古远兴能源股份有限公司、江苏华昌化工股份有限公司、山东海天生物化工有限公司等、中盐内蒙古化工股份有限公司等共同负责起草。

2) 制定标准的目的、意义

习近平主席在第七十五届联大上提出“中国将力争2030年前达到二氧化碳排放限值，努力争取2060年前实现碳中和”，是中国基于推动构建人类命运共同体的责任担当和实现可持续发展的内在要求做出的重大战略决策。在《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出：要“制定2030年前碳排放达峰行动方案”“锚定努力争取2060年前实现碳中和，采取更加有力的政策和措施”。低碳发展纳入了《石油和化学工业“是希望”发展指南和二〇三五远景目标》《石油和化学工业“十四五”绿色发展指南（2021~2025）》。

目前我国正在积极实施“碳达峰”行动计划，化工行业的“碳达峰”“碳减排”工作任重道远，我国的碳酸钠（纯碱）产能巨大，排放的二氧化碳的总量也十分可观，所以，对碳酸钠（纯碱）生产过程的二氧化碳采取减排措施，有效控制碳排放，是化工行业实施碳减排的重要环节。推动温室气体的减排，符合国家对于化工行业低碳发展的需要，并为国家实施的碳达峰、碳中和提供行业的推动力。

碳酸钠（纯碱）行业标准体系的建立，在淘汰落后产能，促进行业结构优化和转型升级，按照国家有关法律法规和产业政策要求、对安全生产、环境排放等方面提出新的要求，确保碳酸钠行业持续开展绿色工厂创建工作，遵循绿色发展理念，以碳减排引领碳酸钠的绿色发展，也是贯彻我国实施科学发展观、能源再生利用、保护环境、构筑和谐社会的一项重要工作。

2 简要情况

碳酸钠（纯碱）作为我国的三酸两碱之一重要化工基础原料，被誉为化学工业之母，下游应用领域非常广泛。我国纯碱工业经过近百年的发展，已然跻身世界前列。从我国纯碱产量情况来看，近年来我国纯碱产量呈波动上涨的趋势。据资料显示，2023年我国纯碱产量约为3200万吨，同比增幅11%。

针对化工产业链上游的CO₂排放强度较高的行业，纯碱行业被CO₂减排重点锁定行业，我国纯碱行业CO₂减排潜力巨大。目前，国内生产工艺中联碱法和氨碱法产能分别占总产能的48.3%和44.3%，天然碱产能约占7.4%。目前我国纯碱产能行业整体集中度较低，受资源和环境制约，部分纯

碱企业竞争力偏低。即使是大型企业，也存在设备老化、技术更新较慢、环保、安全和产品运输半径大等原因，造成的缺乏竞争力产能超过 300 万吨。通过全行业产业结构调整，推广节能降耗技术，以及采用其他有效节能手段等途径，可在目前的基础上提升能源利用效率约 16%。粗略估算，我国纯碱行业节能折标煤最大的潜力可达到 120 万吨，最大 CO₂ 减排潜力可达 316 万吨。

我国碳酸钠（纯碱）工业发展重点为：加快产品结构调整、继续增加重质碳酸钠生产能力和产量、继续增加干铵的能力和产量；进一步提高联碱法碳酸钠质量；努力降低能耗和物耗，降低成本；严格控制新增能力，推动行业战略性重组；实施国际化经营战略和资源战略；能耗、物耗达到国际先进水平。但近几年来，随着相关行业的快速发展，极大地拉动了碳酸钠的需求，也使碳酸钠产能迅速膨胀，为使碳酸钠（纯碱）行业持续健康稳定发展，结合行业实际情况，我国相继起草并出台了一批有关碳酸钠（纯碱）行业的政策法规，如《清洁生产标准 纯碱行业》、《纯碱行业清洁生产推行方案》、《纯碱行业准入条件》、《纯碱行业产业结构调整指导意见》等。

2 国内外标准资料

1) 国内外标准资料

通过对国外相关标准进行检索，未收集到近十年的国外同类产品的标准；国内碳酸钠（纯碱）及碳排放的相关标准有：GB/T 32151.10-2023《碳排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业》、GB 29140-2024《纯碱单位产品能源消耗限额》、GB T 35802《碳酸钠生产技术规范》、HG/T 5974《碳酸钠（纯碱）行业绿色工厂评价要求》、HG/T 5978《绿色设计产品评价技术规范 碳酸钠（纯碱）》以及正在制定（正在批准阶段）的《石油和化学工业重点产品温室气体排放限额》国家标准等。

2) 采标情况

目前未收集到近十年的国外同类产品的标准，本次修订无标可采。

二、 主要工作过程

1 起草阶段（2024. 1~2024. 3）

①起草工作组

2023 年 3 月全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会同国内碳酸钠（纯碱）生产企业、及相关单位成立了国家标准制定起草工作组，各成员单位认真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，进行调查并广泛征求对制标的意见，在此基础上编制了文献小结及工作组讨论稿。唐山三友化工股份有限公司、河南中源化学股份有限公司、中国天辰工程有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司以及中国纯碱工业协会、中国石油和化学工业联合会等多家单位组成。

②分工情况

起草工作组组长单位（全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会）主要负责标准制定工作总体协调，及资料收集、编写文献小结、组织召开标准工作会议、提出试验方案、征集试验样品、试验数据统计与比对、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件等工作。

起草工作组成员单位主要负责对制定国家标准提出建议和意见、企业生产过程中碳排放数据统计、商讨标准的具体技术内容等。

③调查研究过程

起草工作组根据下达的对《碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南》国家标准的制定计划，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，进行调查并广泛征求对标准制定工作的意见，在此基础上提出了文献小结。2024年3月在成都召开了国家标准制定工作方案会，会上生产单位就各自的产能、生产工艺、碳减排技术等情况进行了介绍。与会代表就此标准的主要内容进行了深入、细致的讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细的安排。

本次对标准的制定内容的重点是标准适用范围，同时根据目前纯碱企业碳减排技术应用情况提出相应的减排技术指南。由于近年来的生产工艺所限，生产过程中碳减排技术包括节能降耗技术在各自企业的推广有所限制。因此，通过本标准制定，提出一些切实可行技术，指导企业提升碳减排及降耗技术推广应用。

④验证过程

2024年1月~2024年5月各相关起草单位结合标准草案中提出的减碳技术及减碳目标（建议值）对标准中提出的指导性内容进行了商讨，并根据 GB/T 32151.10《温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》及 GB 29140《纯碱单位产品能源消耗限额》划定碳排放核算边界，并核算各自企业生产过程中各个核算单元的化石燃料燃烧、生产过程、购入电力和热力的二氧化碳净排放总量。

2、标准征求意见阶段（2023.5~2023.7）

1) 广泛征求意见

在起草阶段工作基础上，2024年6月，标准修订小组根据前期工作情况，由负责起草单位起草了标准的征求意见稿及编制说明。向无机化工分技术委员会的委员、生产、使用及检验机构等单位发送了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。

三、标准编制原则、标准体系和确定国家标准主要内容

（一）编制标准的原则和依据

1 标准编制原则

制定标准时尽可能地做到简化、统一、协调、优化；既要考虑其先进性，也要考虑其实用性、可行性；既要符合国内外发展的需要，也要结合国内目前产业的实际状况。

- 符合国家的政策，贯彻国家的法律法规；
- 充分考虑使用要求；
- 简化、选优和通用互换；
- 技术先进、经济合理；
- 从全局出发，考虑各方的综合效益。

2 编制标准的依据

本标准的制定是以相关标准为基础，按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》和 GB/T 32151.10《温室气体排放核算与报告要求 第10部分：化工生产企业》的规定要求起草标准草案。

- 纯碱生产技术、节能、绿色工厂及产品设计、减碳相关标准：
 - ☆ GB 29140-2024《纯碱单位产品能源消耗限额》
 - ☆ GB/T 35802《碳酸钠生产技术规范》
 - ☆ HG/T 5974《碳酸钠（纯碱）行业绿色工厂评价要求》
 - ☆ HG/T 5978《绿色设计产品评价技术规范 碳酸钠（纯碱）》

☆ 《石油和化学工业重点产品温室气体排放限额》国家标准（待发布，正在批准阶段）

➤ 生产企业实际碳排放核算数据。

（二）标准体系

根据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）编制的技术标准体系表（2020）。

（三）确定国家标准主要内容的论据

1. 结合我国目前纯碱的实际生产情况，加强减碳前沿技术的开发应用，提升生产能效水平。
2. 普及推广目前相对成熟的节能降碳工艺，推动现有生产工艺的升级改造。

（1）前沿技术开发、推广应用

- 1) 提升一步法重灰技术；
- 2) 重碱离心机过滤技术；
- 3) 重碱加压过滤技术；
- 4) 回转干铵炉技术开发应用。

（2）普及推广节能降碳的成熟工艺

- 1) 推广热法联碱工艺、湿分解小苏打工艺、井下循环制碱工艺、氯化铵干燥气循环技术、重碱二次分离技术等的应用。
 - 2) 推动老旧装置开展节能降碳改造升级，积极采用带式过滤机替代传统的转鼓过滤机，加大粉体流凉碱设备、大型碳化塔、水平带式过滤机、大型冷盐析结晶器、大型煅烧炉、高效尾气吸收塔等设备的推广应用。
 - 3) 提升纯碱生产节能技术推广，充分利用煅烧炉气余热、蒸汽冷凝水余热等。在有条件的联碱企业中，对副产蒸汽的大型水煤浆气化炉进行节能技术改造，充分利用副产蒸汽生产纯碱。
- （3）优化纯碱生产原料，加大天然碱矿藏开发利用，提高天然碱产能占比，从而有效降低产品能耗。
3. 提出指导性纯碱单位产品碳排放限量的建议值，促进企业在碳减排技术方面的能力提升。

四、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

（一）主要减碳技术分析

减少二氧化碳排放措施及技术的有效性分析

（1）原料方面

- 1) 天然气造气企业采用回收锅炉烟道气二氧化碳生产纯碱技术。

纯碱作为一种大吨位化工原料，广泛用于制造玻璃、肥皂、石油和油类的碱精制、冶炼等领域。

目前，纯碱的生产方法主要有天然碱法、联碱法和氨碱法三种。其中联碱法和氨碱法都以氨、二氧化碳和氯化钠为原料合成纯碱。在氨碱法中通过煅烧石灰石获得二氧化碳，煅烧石灰石产生的石灰，用于分解回收碳化反应生成的氯化铵，使氨在生产过程中循环使用。联碱法是采用合成氨与纯碱联合生产的方法，利用合成氨生产过程中脱碳再生得到的二氧化碳生产纯碱，氨以氯化铵形式作为肥料产品。

近年来，为了加强环境保护和资源综合利用，部分氨碱生产企业利用一部分电石废渣代替石灰乳分解氯化铵，由于过程中不生产二氧化碳，出现了制碱所需二氧化碳不足的问题。此外，以天然气作为合成氨原料的联碱厂，也存在二氧化碳不足的问题，需要煅烧石灰石来补充二氧化碳的不足。通过

石灰窑来补充二氧化碳，需要消耗焦炭，同时还需处理副产石灰。

另一方面，基本上所有的化工厂都有大量烟道气排放，如合成氨一段炉尾气、锅炉尾气等，尾气中的 CO_2 是引起气候变化的温室气体， CO_2 减排已经成为全社会高度关注的热点。

氨盐水（氯化钠水溶液吸收氨后的母液）的碳酸化反应（碳化工序）是纯碱生产中最主要的化学反应。它是将氨盐水在碳化塔内与 CO_2 相互接触、吸收并反应，逐渐冷却后，根据产物溶解度的差异，碳酸氢钠（重碱）由于溶解度最小，最先结晶析出，分离出的碳酸氢钠经进一步煅烧即可制得纯碱。现有生产工艺中，碳化反应采用的 CO_2 气体浓度一般都比较低，有利于碳化反应快速进行，传质推动力和钠的转化率较高。直接利用锅炉尾气中的 CO_2 ，既减少了 CO_2 的排放，又解决了纯碱生产中 CO_2 不足的问题，不仅可以降低纯碱生产成本，同时还可以减少 CO_2 排放。该技术在纯碱生产（联碱、氨碱）工艺过程得到验证，尤其是对氨碱企业解决 CO_2 不足的问题取得了较好的效果。

2) 加大天然碱制碱产能，减少石灰石、焦炭煅烧产生的二氧化碳。

天然碱法是将天然碱矿进行煅烧、蒸发、结晶制取纯碱。从天然碱制纯碱的工艺来看，国内外主要采用的方法有蒸发法和碳酸化法。以晶碱石为主要成分的天然碱矿一般采用蒸发法生产工艺；碱、硝、盐共生的泡型天然碱湖水或固体矿一般采用碳酸化法得到轻质纯碱，再采用固相水合、液相水合或者挤压工艺得到重质纯碱。蒸发法还可以依据原料组成不同，进一步细分为倍半碱工艺和一水碱工艺：含 NaHCO_3 较高的深层碱采用倍半碱工艺，在蒸发前使 NaHCO_3 分解，既不需石灰窑，又无苛化泥排放；生产重质纯碱采用一水碱工艺，离心分离后的一水碱结晶经蒸汽煅烧炉脱水，生产重灰，母液除可循环外，还可苛化成稀烧碱液，用于溶采或中和碱卤中的 NaHCO_3 。

天然碱法较为环保，且成本优势显著。主要优点是：无需原辅材料，工艺简单，能耗相对较低、生产成本低，环保压力小；生产所用原料较为单一，且整套生产装置以及与之配套的各项装置都应用闭路循环方式，在实际生产中不产生废渣和废液。目前，天然碱法生产纯碱的全球占比约为 26%，美国和土耳其天然碱法占比均大于合成法制碱，我国天然碱法占比也在加速扩大，占比逐渐接近 10%。由于生产过程可以有效减少石灰石、焦炭煅烧产生的二氧化碳，因此在环境保护、碳减排方面占有一定优势。

(2) 节能降耗方面

1) 新型变换气制碱技术

该项目改传统的三塔一组制碱工艺为单塔制碱，其核心设备新型变换气制碱塔采用外冷循环制冷方式，塔内采用高效塔板及自动引入晶种技术，使低温制碱理论成为可能。该新型变换气制碱与传统变换气制碱相比，具有以下优点：流程短，节约设备投资，同时设备可露天布置，节约土建投资；节能效能明显，制取吨碱单位能耗可降低 30% 以上，

2) 联碱不冷碳化技术

取消传统碳化塔生产过程中必须使用的冷却水箱，实现不冷碳化，适用于联碱法制碱工程项目中的碳化工序，不冷碳化技术可显著节省煅烧蒸汽消耗，具有降耗减排的显著效果，已入选纯碱行业清洁生产技术推广方案推广技术目录。

3) 煅烧炉气余热、蒸汽冷凝水余热利用

联碱企业采用副产蒸汽的大型水煤浆气化炉进行改造，副产蒸汽用于纯碱生产。

(3) 生产工艺方面

积极推广以下前沿技术的开发应用，生产工艺升级改造，推广普及成熟工艺技术，采用重大节能装备，对老旧装置节能降碳改造升级。通过以上所述生产工艺技术及装备的提升、改造，均能有效地

减少碳排放。

(二) 减碳目标（建议值）的确定

纯碱生产企业单位产品碳排放量（单位：tCO₂/t）建议值

(1) 三级企业下列生产工艺的碳排放量：

氨碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.185（1.345）；

联碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于0.897（1.121）；

天然碱法-碳化法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.330（1.481）；

天然碱法-蒸发法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.180（1.330）。

(2) 二级企业下列生产工艺的碳排放量：

氨碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.173（1.338）；

联碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于0.845（1.082）；

天然碱法-碳化法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.240（1.376）；

天然碱法-蒸发法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.088（1.224）。

(3) 一级企业下列生产工艺的碳排放量先进值：

氨碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.130（1.276）；

联碱法生产工艺单位产品碳排放量不大于0.798（1.018）；

天然碱法-碳化法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.180（1.301）；

天然碱法-蒸发法生产工艺单位产品碳排放量不大于1.028（1.150）。

注：括号内数值为重质纯碱生产工艺的碳排放量

上述纯碱生产企业单位产品碳排放量数值主要参考了由 TC548（全国碳排放管理标准化技术委员会）归口，中国标准化研究院、中国石油和化学工业联合会及多家相关工业协会共同起草《石油和化学工业重点产品温室气体排放限额》国家标准（待发布，正在批准阶段）、GB 29140-2024《纯碱单位产品能源消耗限额》、相关生产企业实际碳排放核算数据（见下表）。

表1 氨碱法近三年碳排放统计数据（法人边界）

年份	2020	2021	2022
单位产品碳排放量	1.055	1.14	1.05
碳排放总量	2304504	2495937	2147895
纯碱产量	2184562.358	2180796.85	2042613.049

表2 天然碱法近三年单位产品碳排放量统计

蒸发法	企业边界		产品边界	
年度	综合	折纯碱	综合	折纯碱
2021 年	1.29	1.40	1.27	1.37
2022 年	1.08	1.18	1.31	1.31
2023 年	1.03	1.12	1.07	1.17
碳化法	企业边界		产品边界	
年度	综合	折纯碱	综合	折纯碱
2021 年	1.24	1.47	1.16	1.37
2022 年	1.03	1.25	1.06	1.28
2023 年	1.12	1.36	1.04	1.26

（二）技术经济论证，预期的经济效果

在新的产业政策引导下，碳酸钠（纯碱）作为我国的三酸两碱之一重要化工基础原料，下游应用领域非常广泛。作为化工产业链上游的 CO₂ 排放强度较高的行业，纯碱行业被锁定为碳减排重点行业。目前，纯碱生产在用能降碳方面主要存在原料结构有待优化、节能装备有待更新、余热利用不足等问题，因此我国纯碱行业节能降碳改造 CO₂ 减排潜力巨大。

国家发展改革委等部门发布的《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023 年版）》（发改产业〔2023〕723 号）中的氨碱法（轻质）纯碱能效标杆水平为 320kgce/t，基准水平为 370kgce/t；联碱法（轻质）纯碱能效标杆水平为 160kgce/t，基准水平为 200kgce/t；天然碱法-碳化法（轻质）杆水平为 410kgce/t，基准水平为 440kgce/t；天然碱法-蒸发法（轻质）杆水平为 360kgce/t，基准水平为 390kgce/t。氨碱法（重质）纯碱能效标杆水平为 3365kgce/t，基准水平为 420kgce/t；联碱法（重质）纯碱能效标杆水平为 205kgce/t，基准水平为 250kgce/t；天然碱法-碳化法（重质）杆水平为 455kgce/t，基准水平为 490kgce/t，天然碱法-蒸发法（重质）杆水平为 405kgce/t，基准水平为 440kgce/t。目前，我国纯碱行业能效优于标杆水平的产能约占 36%，能效低于基准水平的产能约占 10%。

加强能量系统优化、余热余压利用、污染物减排、固体废物综合利用和公辅设施改造，提高生产工艺和技术装备绿色化水平，提升工艺装备水平和资源能源利用效率，推动节能减污降碳协同增效的绿色共性关键技术、前沿引领技术和相关设施装备攻关是我国纯碱行业节能降碳改造重要途径。通过本标准的制定，促进绿色低碳工艺技术装备应用，加大节能降碳改造力度，提升整体能效水平，引导企业应改尽改，如期实现能效标杆水平以上产能比例达到 50%，基准水平以下产能基本清零目标，为实现碳达峰目标奠定基础。

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

（一）采用国际标准和国外先进标准的程度

目前我国是碳酸钠（纯碱）的主要生产国，通过文献检索及网络查询，针对纯碱行业绿色节能降碳相关标准主要包括：GB/T 32151.10《温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业》、GB 29140-2024《纯碱单位产品能源消耗限额》、HG/T 5974《碳酸钠（纯碱）行业绿色工厂评价要求》、HG/T 5978《绿色设计产品评价技术规范 碳酸钠（纯碱）》等。尚未检索到针对碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南方面的国内外标准。因此，本次制标无国际、国外标准可以采纳。收集到的其他相关标准在制定过程中作为参考依据。

（二）与国际、国外同类标准水平的对比情况

尚未检索到同类的国际、国外标准。

（三）水平分析

通过本标准的制定，完善了碳酸钠（纯碱）行业的标准体系，遵循绿色发展理念，在淘汰落后产能，促进行业结构优化和转型升级，以碳减排技术的推广应用引领碳酸钠（纯碱）行业的发展，也是贯彻我国实施科学发展观、能源再生利用、保护环境、构筑和谐社会的一项重要工作。

综合分析，本中标准提出的相关碳减排措施及技术的有效性和实用性在相关企业已得到了印证和应用，并取得了相对显著的节能降碳效果，为今后行业节能降碳技术措施的提升、改造奠定基础。标准总体水平达到国内先进水平。

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

与现行相关法律、法规、规章及相关标准无冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

建议作为推荐性国家标准。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议

建议尽快发布实施本标准。建议标准实施后组织标准宣贯，使相关单位了解标准内容，促进标准顺利实施。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。

碳酸钠（纯碱）行业碳减排技术指南

国家标准起草小组 编制日期：2024.5