

氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法 (焙烧回转窑)

(行业标准编制说明)

《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法(焙烧回转窑)》编制组

主编单位:中铝山东有限公司

2024 年 11 月

一、工作简况

1.1 任务来源

《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》为行业标准修订项目，2023 年 11 月全国有色标委会下达立项计划，由中铝山东有限公司主要负责，中铝山东新材料有限公司、中铝中州有限公司、中铝郑州有色金属研究院有限公司共同参与。

1.2 主要参加单位和工作成员及其所作的工作

项目立项以后，以中铝山东有限公司为主，成立了修订《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》标准编制组，主编单位为中铝山东有限公司，负责市场调研汇总和文件起草等主要工作，参加单位为中铝山东新材料公司、中铝中州有限公司、中铝郑州有色金属研究院有限公司，主要负责生产现状的调查，生产流程汇总以及对起草文体的审核。

1.2.1 主要参加单位的情况

1. 主编单位中铝山东有限公司，前身为 1949 年 2 月 13 日建立的中共中央华东财政经济办事处工矿部直属冶炼总厂。1954 年 7 月 1 日建成投产，是我国“一五”期间 156 个重点建设项目之一，是新中国第一个氧化铝生产基地，被誉为“中国铝工业的摇篮”。经过几易其名、多次资产重组，形成了现在的中铝山东有限公司。企业从最初单一的氧化铝厂发展成为以氧化铝、精细氧化铝生产为主体，集采矿、冶炼、加工、科研、设计、工程技术、机械制造、热电

供应、内外贸易等于一体的大型企业，累计上缴利税 200 亿元，为国家现代化建设做出重大贡献。曾独立承担全国所用氧化铝达 13 年之久。自主开发建设了国内第一条利用国外矿石进行生产的低温拜耳法氧化铝生产线，是国内第一家进行赤泥综合利用的企业，开发了具有世界领先水平的拜耳法赤泥选铁除砂技术，成为全国氧化铝赤泥综合利用示范企业，成功开发高品质氧化铝生产技术，填补了国内空白。

中铝山东有限公司开展标准制修订工作 20 余年来，承担了多项国家标准、行业标准起草任务，也是本次被修订行业标准 YS/T 119.2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测试与计算方法（焙烧回转窑）》的牵头起草单位，具有丰富的标准起草经验。

2. 中铝山东新材料有限公司是中铝山东有限公司以精细氧化铝资产出资设立的全资子公司，国有股份制企业，于 2015 年 11 月 16 日注册成立。自二十世纪六十年代起，开始从事精细氧化铝系列产品生产和研发，是国内最早的精细氧化铝生产企业，产品主要有五大系列、120 多个品种，现年产能 100 万吨，是中国铝业的精细氧化铝产销基地、世界知名企业，精细氧化铝的研发实力强、质量优，产品市场占有率 42%，是全球规模最大、品种最全的精细氧化铝供应商。主要产品：4A 沸石、高白氢氧化铝、拟薄水铝石、煅烧氧化铝、超细微粉氢氧化铝。产品广泛用于石化、洗化、阻燃、陶瓷、人造石、耐火材料等行业，销往 50 多个国家和地区。山东新材料制定的当前有效的行业标准 24 项，获省部级科技进步奖 13 项，发

明专利 10 项，并于 2018 年、2021 年成功认定高新技术企业。

3. 中铝中州铝业有限公司（以下简称中州铝业）位于河南省焦作市修武县境内，占地 10000 余亩，是国家“七五”“八五”期间重点建设的豫北大型铝工业基地，是国家首批循环经济试点企业。作为我国铝工业产业政策规划优先发展铝工业基地的重点区域、首批循环经济试点企业和国家级高新技术企业，中州铝业依托国家认可实验室、博士后工作站及企业技术中心等科技创新平台，取得多项具有自主知识产权，并在关键技术领域实现突破，诞生中国有色金属工业多个“第一”。

4. 中铝郑州有色金属研究院有限公司是中国轻金属专业领域唯一的大型科研机构，是我国铝镁工业新技术、新工艺、新材料和新装备的重大、关键和前瞻技术的研发基地，基础研究及原创性技术成果的孵化与转化基地。建有世界上最大的氧化铝试验基地、具有世界先进水平的国家大型铝电解工业试验基地、世界上唯一的铝土矿综合利用试验基地，拥有国内唯一的国家铝冶炼工程技术研究中心，中国铝业博士后科研工作站。2004 年通过了中国质量认证中心(CQC)质量、健康安全、环境三大体系认证。依托研究院设立的国家轻金属质量监督检验中心（郑州轻金属研究院检测实验室）主要负责我国铝镁及其合金 12 类 77 种产品的质量监督检查、产品质量评价仲裁等工作，多年来一直为行业提供技术支持服务，承担了铝行业绝大部分分析检测等基础技术标准的具体起草工作，是国际标准化组织 ISO/TC226（铝用原材料技术委员会）、ISO/TC79（轻金

属及其合金)在国内的技术支持单位,是 ISO/TC79/SC5、ISO/TC79/SC12 主席单位,是国家工业和信息化部确定的有色金属标准样品定点研制单位,是全国有色金属标准化技术委员会铝用炭素材料工作组组长单位。

1.3 主要工作过程

1.3.1 预研阶段

2020 年 11 月 4 日,在浙江桐乡召开的标准化技术委员会上,专家委员通过充分讨论,一致认为行业标准 YS/T 119.2-1992 自上世纪九十年代颁布实施以来,一直没有对行业标准 YS/T 119.2-1992 进行修订,而焙烧回转窑无论是工艺还是原材物料都发生的很大变化,已经到了非修订不可的情况,建议由原编写单位中铝山东有限公司负责组织实施。

第一次标准会

2020 年 12 月 15 日,中铝山东有限公司联合中铝山东新材料有限公司、中铝中州有限公司和中铝郑州有色金属研究院有限公司召开第一次标准修订启动会,成立《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法(焙烧回转窑)》编制组,会议明确了由中铝山东有限公司为主编单位,全面负责市场调研的汇总和修订文件的编写,中铝山东新材料有限公司、中铝中州有限公司和中铝郑州有色金属研究院有限公司积极参与,根据各自焙烧回转窑的工艺特点,提供相关资料并负责修订文件的审核工作。

第二次标准调研会

由《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》编制组组织，编制组成员积极参与，对中铝山东新材料有限公司目前使用的 4 台焙烧回转窑进行实地考察，并向中铝中州有限公司、中铝郑州有色金属研究院、山东鲁北企业集团总公司、淄博亿佳粉体材料有限公司等多家焙烧回转窑的企业家发送了市场调查表。通过市场调查结合和现场考察编制组了解到，目前的焙烧回转窑的情况（见表一）

表 1：目前焙烧回转窑抽查情况

单位	现有焙烧回转窑台数	燃料种类	原料种类	是否有窑外烘干预热	烘干预热情况
山东新材料	4	天然气、煤气	氢氧化铝、氧化铝	二台有，二台无	四级预热
中州	2	天然气	氢氧化铝	有	六级
郑冶院	1	煤气	氢氧化铝、氧化铝混加	无	
鲁北	3	天然气、煤气	氢氧化钠	有	二台三级，一台两级
亿佳粉体	1	天然气	氢氧化铝、氧化铝混加	无	

从表 1 可以看出，与目前执行的 YS/T 119.2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准存在较大差异，主要表现在：

1. 燃料发生了变化，上世纪九十年代，焙烧回转窑基本上都是重油为燃料，行业标准 YS/T 119.2-1992 只规定了重油作燃料的测试方法。而目前的焙烧回转窑以天然气和煤气为主，基本不使用重油作燃料，重油只作为天然气或煤气短缺时的辅助燃料，有的窑根本就不具备重油作燃料的条件，。

2. 原料发生了变化，行业标准 YS/T 119.2-1992 只规定了湿

氢氧化铝为原料测试方法，而目前的焙烧回转窑的原料有湿氢氧化铝、干氢氧化铝、氧化铝以及氧化铝与氢氧化铝混合原料的多原料体系。

3. 生产流程发生了变化，原来的原料直接入窑，窑后没有烘干预热系统，而目前 80%以上的烘焙回转窑都有窑外烘干预热系统，即原料先进入窑外烘干预热系统，经过预热后再进入回转窑，实现了对余热和有效利用。

由于目前焙烧回转窑发生了上述变化，目前执行的行业标准 YS/T 119.2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》已经不在合适目前烘焙回转窑，对 YS/T 119.2-1992 的修订势在必行。

1.3.2 立项阶段

根据前期预研，中铝山东有限公司向轻金属标准委员会议提交了《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目建议书、文本草案以及立项说明等材料，2023 年 11 月全国有色标委会下达了修订《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准的任务，计划号为工信厅科函〔2023〕291 号 2023-1548T-YS，完成年限为****年。技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1.3.3 起草阶段

根据市场调研和现场考察的情况，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组，结合行业标准 YS/T 119.2-1992，对行业标准 YS/T 119.2-1992 进行了充分

修订，形成《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订草案

第三次编制组会议

2024年1月9日，由中铝山东有限公司组织，联合中铝山东新材料有限公司、中铝中州有限公司和中铝郑州有色金属研究院有限公司召开第二次编制组会议，会议对《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订草案进行了热烈讨论，针对草案内容提出了大量修改建议，根据讨论结果，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组对草案文件进行了认真细致的修改，形成《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》讨论稿文件。

2024年3月18日，在浙江温州召开的标准化委员会上，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组向轻金属标准委员会议提交了修订文件讨论稿以及编制说明等材料，参加会议的委员对该本文稿提出了大量的宝贵意见，主要是文本格式上存在的问题较多，如字体及型号，文本中的用词不规范等，在文本的结构、流程图的改进等方面也给出了大量有价值的建议。

1.3.4 征求意见阶段

根据温州会议上委员的意见和要求，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组再次对文本的讨论稿进行了认真细致的修改，形成了征求意见稿。

2024年6月25日，由中铝山东有限公司组织，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组向广大使用焙烧回转窑的企业发送文件对标准进行广泛征求意见，共发送单位10个，其中用户9个，所占比例为90%，科研单位1个所占比例10%。回函单位8个，回函并有建议或意见的单位7个。根据征求意见稿的回函情况和各家反馈的意见情况，经编制组讨论研究，编写了《标准征求意见稿的征求意见汇总表》，并结征求意见稿进行了修改，于2024年7月15日形成标准征求意见稿2。

1.3.5 预审会议

2024年7月25日，中国有色金属标准委员会在山西大同召开，在本次会议上，标委会委员和专家以及参加会议的全体人员《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准的征求意见稿进行了热烈讨论，并对文件提出了大量宝贵意见。

2024年8月5日，《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》行业标准修订项目编制组召开视频会议，针对大同会议专家组提出的意见，经编制组成员讨论研究，形成一致意见，经再次对征求意见稿进行修改，形成目前的送审稿。

二、编制原则

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。文件修订遵循了以下原则：

（一）保证标准的适用性，保证修订后的标准在整个行业得到有效贯彻执行；

(二)本次修订后的标准以国内外正在使用的焙烧回转窑的共性为基础,力求融入各厂家的设备特点。广泛适用于氧化铝行业中使用煤气、天然气或重油为燃料的焙烧回转窑的热平衡测定与计算。

三、标准修订主要内容的确定依据

3.1 对焙烧回转窑燃料的修订

目前行业内使用的焙烧回转窑的燃料一般是以煤气和天然气为主,基本不使用重油作燃料。与目前使用的行业标准 YS/T 119.2-1992 不符,本文件对天然气和煤气作为焙烧回转窑的燃料的测试方法(见文本 7.2.2.2.2)、燃料的燃烧热的计算(见文本附录 A3)、燃料燃烧所需的空气量(见文本附录 A9.2)以及燃烧后产生的废气量的计算(见文本附录 A11.2)进行了增补。

虽然目前基本不使用重油作燃料,但考虑到文本的适用性,修订的文本保留了以重油作燃料的测试和计算方法。

3.2 对焙烧回转窑的原料进行了增补

行业标准 YS/T 119.2-1992 里只对以湿氢氧化铝为原料进行了规定,本文本补充了干氢氧化铝、氧化铝以及氧化铝与氢氧化铝的混合物为原料的测试方法(见文本 7.2.2.1.2)和计算方法(见文本 8.2.1.2)。

3.3 由于焙烧回转窑的原料的不同,反应热和反应热的计算方法也发生了变化,本文本对原料反应热的计算进行了修订(见文本 9.2.2.5)。

3.4 随着焙烧技术的发展,多数的焙烧回转窑都进行了改造,增

加了窑外预热系统，可以有效提高窑的热利用率，而行业标准 YS/T 119.2-1992 里的 1.1 范围中明确标定了不适用于窑外烘干和窑外预热的焙烧回转窑。本文本对热平衡体系进行了修订，见文本图 1：修订后可以适用于目前有窑外烘干预热和没有窑外烘干预热的焙烧回转窑的热平衡测定与计算。

3.5 由于焙烧回转窑的测定项目较多，增加了测定项目中的符号的定义和单位列表（见表 2），使得测试项目更加清晰。

3.6 在行业标准 YS/T 119.2-1992 里测试项目都列入表 2 中（见 YS/T 119.2-1992），由于测试项目多且每个测试点的测试内容不同，受表格空间的限制，测试方法不容易说清楚，对于不太熟悉的人员很难正确掌握测试方法，在修订过程中，我们对表 2 的内容进行了合理拆分（见文本 7.2），按照物料进出测试体系的情况进行了分条目阐述，测试项目更加清晰。

3.7 在 YS/T 119.2-1992 中的物料平衡的计算方法表 3（见 YS/T 119.2-1992）里，燃料只有重油，原料只有湿氢氧化铝，在我们增补了以天然气和煤气为原料，以干氢氧化铝、氧化铝以及氢氧化铝和氧化铝混合加入后，计算方法的篇幅会大大增加，再以表格的方式就显得不合适，我们对 YS/T 119.2-1992 的表 3 用条目的方式进行了合理拆分（见文本 8.2），条目清晰，更容易理解文本表 16 中各种物料的计算方法。

3.8 热平衡的计算与物料平衡的计算情况差不多，我们用条目的方式（见文本 9.2）代替了 YS/T 119.2-1992 的表 5。

3.9 行业标准 YS/T 119.2-1992 中 8.1 热平衡计算表（表 5）中热支出部分的每 3 项“氢氧化铝附着水及结晶水蒸发吸热”并不是这部分水带出的显热，作为支出项有待商榷，在本次修订时将这部分水带出的显热与行业标准 YS/T 119.2-1992 中 8.1 热平衡计算表（表 5）中热支出部分的每 4 项“空气及燃油中的水分”合并为烟气中的水分带出的显热（见文本 9.2.2.3），计算方法更加简单，且更符合热平衡的标准。

3.10 原料的附着水及结晶水蒸发吸热是焙烧回转窑热效率的一部分，这部分热的计算方法在窑的热效率计算过程中进行了增补（见文本 10.1.1）。

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

5.1 项目的必要性简述

焙烧回转窑是氧化铝生产过程中专用设备，早在中国氧化铝工业初期，焙烧回转窑是氧化铝生产中氧化铝焙烧的主要设备，但在上世纪末，随着循环焙烧技术的成熟，循环焙烧炉依靠其低能耗等优势，逐渐在普通氧化铝的焙烧过程取代了焙烧回转窑，但铝焙烧回转窑依靠其应用范围广的优势，目前在煅烧氧化铝（高温氧化铝）生产中仍然是主要的焙烧设备。

焙烧回转窑最早所用的燃料为重油，随着新能源技术的不断发展，天然气和煤气成为焙烧回转窑的主要燃料，而重油只是作为替补燃料

的角色存在。

目前执行的 YS/T 119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》发布至今已三十多年，时间久远，多处已不符合生产现状：

1. 该标准只适用于以油为燃料的氧化铝焙烧回转窑，而目前多数情况下是以天然气作为焙烧回转窑的燃料。

2. 该标准只适用于以湿氢氧化铝为原料生产普通氧化铝。而目前正在使用的焙烧回转窑已经不再生产普通氧化铝，多数用来生产高温氧化铝、低钠微晶等高端产品。

3. 该标准明确规定不适用于窑外烘干预热的焙烧回转窑，而目前正在使用的 80%焙烧回转窑都存在窑外烘干预热工艺。

4. 该标准中的部分名称不规范，如密度与重度、比重等等。

5. 该标准中的部分单位不规范，如压力单位、热的单位等。

6. 该标准中的部分计算方法（算式）已经过时，如计算流速的公式中压力单位仍然使用的是 mmHg，而现在多数的测试压力仪器显示是 Pa。

7. 该标准附录 B 中，表 B1~B4 中的测试相关数据必须在其他标准中查找。相对增加了数据的查寻难度。

综上所述：本次对 YS/T 119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》的修订是非常必要的。

5.2 项目的可行性简述

焙烧回转窑虽然在普通氧化铝生产的焙烧过程中被淘汰，但在

国内外的高温氧化铝生产的焙烧过程中仍被广泛应用。中铝山东新材料有限公司是我国的化学氧化铝生产基地，焙烧回转窑的使用从建厂初期到目前从未间断过。中铝中州有限公司和中铝郑州有色金属研究院有限公司也有正在使用的焙烧回转窑，我们对焙烧回转窑的应用非常有经验。中铝山东有限公司曾承担多项国家标准、行业标准起草任务，也是本次被修订行业标准 YS/T 119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测试与计算方法（焙烧回转窑）》的牵头起草单位，具有丰富的标准起草经验。

5.3 标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

本文件与 YS/T 119-2-92《氧化铝专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》相比，除结构调整和编辑性改动外，主要做了以下几方面的更改：

1. 增加了以天然气和煤气为燃料时焙烧回转窑的热平衡测试与计算方法，对天然气的测试方法，燃烧所需空气量，燃烧热以及产生的废气量计算进行了增加。

2. 增加了以氧化铝为原料的测试项目和计算方法，并增加了氧化铝在焙烧过程中相变反应热的计算

3. 更改了部分名称及单位，如：重度和比重全部规范为密度替换；压力单位用 Pa 表示；热量单位全部用千焦（KJ）表示等等。

4. 更改了部分计算方法（算式）；如风速的计算公式等。

5. 增加完善了附录 B（工具）的相关数据表。如目前执行的 YS/T

119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》标准中附录 B 中的 B1~B4 需要参照 YS/T 119-1-92《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（熟料回转窑）》中的附录表 B，在本次的修订中直接增加了附录 B1~B4 的相关数据，且在附录 B2 中增加了甲烷和乙烷气体在标准状态下的密度，在附录 B3 中增加了甲烷和乙烷气体在不同温度下的平均比热等。

预期效果：通过标准的实施，能够适用于目前以天然气和油为燃料的焙烧回转窑的热平衡测定与计算。有利于测试人员快速掌握氧化铝焙烧回转窑热平衡测试与计算方法。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

未采用国际标准和国外先进标准，未检索到相关国际标准和国外先进标准。

七、与现关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

未发现与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准有冲突之处。

本文件是对 YS/T 119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》标准的修订与完善，与现行的 YS/T 119《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法》系列标准协调配套。

八、大分歧意见的处理经过和依据

无

九、标准性质的建议说明

建议本文件作为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

希望相关部门和厂家关注本文件修改之处，多提宝贵意见和建议，使修订后的标准更加实用，保证标准的顺利贯彻实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本文件实施之日，应同时代替 YS/T 119-2-1992《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》标准。

十二、其他应予以说明的事项

无。

《氧化铝生产专用设备热平衡测定与计算方法（焙烧回转窑）》

行业标准编制组

2024 年 11 月 30 日