

**《邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范》
团体标准编制说明**

(征求意见稿)

《邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范》编制组

2023年10月

目录

1	项目背景及意义	1
2	任务来源及工作过程	8
3	工作内容	9
4	主要条文及说明	12
5	规范实施的社会环境效益及经济分析	21
6	标准实施建议	28

1 项目背景及意义

1.1 邻苯二甲酸酐生产方法概述

邻苯二甲酸酐(Phthalic anhydride, PA)是由邻苯二甲酸分子内脱水形成的环状酸酐,俗名邻苯二甲酸酐,化学分子式为 $C_8H_4O_3$,分子量148.11,外观为白色针状结晶物,相对密度为 $1.527g/cm^3$,熔点不低于 $131.61^\circ C$,沸点 $284.5^\circ C$ (常压)。易溶解于丙酮、乙醇,微溶于苯和乙醚,不溶于汽油和冷水。微溶于热水,遇沸水或长时间与水作用即可转化为邻苯二甲酸。饱和蒸气压 $0.13kPa(96.5^\circ C)$,爆炸范围体积分数为(1.7%-10.4%),闪点 $152^\circ C$,引燃温度 $570^\circ C$ 。邻苯二甲酸酐是一种重要的有机原料,被认为是十大有机原料之一,主要用途是用来生产增塑剂、合成树脂以及农药、医药、染料等。

据相关统计数据显示,2021年我国邻苯二甲酸酐建设产能为315.96万t/a,实际产能约为193.43t/a。近几年全国邻苯二甲酸酐生产产能增加率约在7%左右;而实际产能的年增长率约在10%左右。随着国内整体邻苯二甲酸酐产能持续增长,整体邻苯二甲酸酐产能情况由最初的供不应求(需进口)逐步转化成供过于(求出口)的局面。

邻苯二甲酸酐生产工艺按原料的不同,分为邻二甲苯法(简称邻法)和萘法两种工艺。按生产路线可分为:萘法流化床空气催化氧化法、邻法固定床空气催化氧化法、萘或萘-邻二甲苯混合进料固定床空气催化氧化法等三种主流生产技术。三种工艺的主要流程如下图所示。

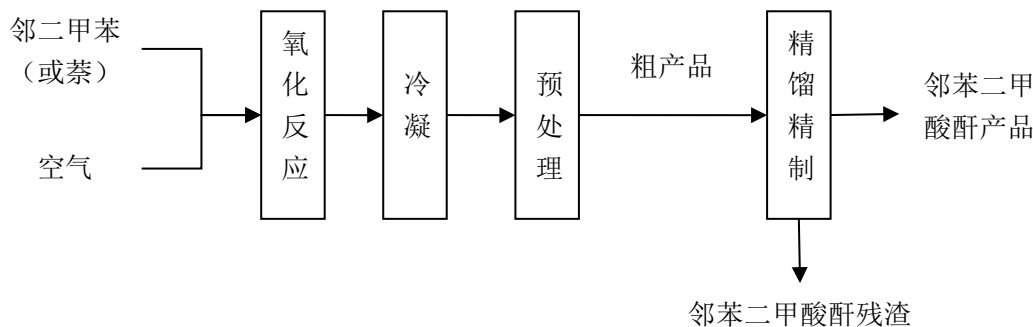


图1：邻苯二甲酸酐生产流程示意图

1) 萘法流化床空气催化氧化法

早期的邻苯二甲酸酐生产原料是工业萘，采用流化床空气催化氧化法。萘主要来源于炼焦副产物，供应量小且分散。由于工业萘原料来源有限，流化床空气催化氧化法系统阻力大，建设规模受制约，大多为年产几千吨的小装置，生产能耗高，产品收率低，导致产品成本高，缺乏市场竞争力，已被淘汰。

2) 邻法固定床空气催化氧化法

邻二甲苯主要来源于石油化工产品，原料供应量大且集中。随着石油化工工业的飞速发展，邻二甲苯资源越来越丰富，采用以邻二甲苯为原料、固定床空气催化氧化法的邻苯二甲酸酐生产装置，建设规模大、产品收率高，较之流化床系统阻力小，生产能耗低，技术先进、经济效益好，市场竞争力强，逐渐取代了萘流化床工艺技术。目前国内邻苯二甲酸酐装置 95%以上是采用以邻二甲苯为原料的工艺路线。

3) 萘或者萘-邻二甲苯混合法固定床空气催化氧化法

萘或萘-邻二甲苯混合进料，可以以100%萘生产邻苯二甲酸酐，或以萘 50~100%和邻二甲苯 0-50%的比例下生产邻苯二甲酸酐。近

年来萘-邻二甲苯混合进料催化剂的应用，使在萘来源充足且价格便宜的情况下以萘为原料的邻苯二甲酸酐生产装置具有了较高的竞争力。采用萘为原料生产邻苯二甲酸酐，装置操作负荷和产品收率略低于邻二甲苯法、生产能耗略高一些。因此，这种方法适用于副产萘较多的企业，在萘销路不好，价格低廉的情况下该方法具有较高的经济效益。

萘或萘-邻二甲苯混合进料固定床空气催化氧化法邻苯二甲酸酐生产技术比早期的萘流化床空气催化氧化法生产邻苯二甲酸酐，从技术上实现了飞跃发展，装置建设规模大、产品收率高，较之流化床系统阻力小，生产能耗低，技术先进、经济效益好，市场竞争力强。由于工业萘比邻二甲苯价格低廉，使得以萘为原料生产邻苯二甲酸酐的竞争力大大提升，优势明显。目前已有企业拟投资建设萘法生产邻苯二甲酸酐装置，还有生产商考虑将邻法生产邻苯二甲酸酐生产装置改造为以萘或萘-邻二甲苯为原料生产邻苯二甲酸酐。

无论采取上述何种生产工艺，邻苯二甲酸酐的生产过程中总是有残渣出现，这些残渣通常产生在精蒸馏工段，若处置不当，不仅造成经济损失与资源浪费，同时也会造成一定的环境污染。

1.2 邻苯二甲酸酐残渣来源及性质

在邻苯二甲酸酐生产过程中，无论采取何种生产工艺，生产过程中总是有残渣出现，这些残渣通常产生在精馏精制工段。该工段通常设有两级塔：精馏一塔的作用是分离出顺酐与苯甲酸，塔底高沸物被送至二塔继续分离；产品精邻苯二甲酸酐在精馏二塔塔顶馏出，而塔底产出的焦状物即为邻苯二甲酸酐渣。

根据《国家危险废物名录（2021年版）》，邻苯二甲酸酐渣属于HW11-精（蒸）馏残渣-基础化学原料制造类危险废物：1）萘法生产邻苯二甲酸酐过程中产生的蒸馏残渣和轻馏分（261-013-11）；2）邻二甲苯法生产邻苯二甲酸酐过程中产生的蒸馏残渣和轻馏分（261-014-11）。若处置不当，不仅造成经济损失与资源浪费，同时也会造成一定的环境污染。

1.3 邻苯二甲酸酐残渣回收处置现状介绍

邻苯二甲酸酐生产工艺的精制工序中，在精制塔的塔釜排出高沸物，高沸物经蒸发器进一步回收邻苯二甲酸酐后，余下的高沸物为邻苯二甲酸酐渣，其产量约为邻苯二甲酸酐产量的1.5%~2%左右。邻苯二甲酸酐渣作为HW11精（蒸）馏残渣中的261-013-11和261-014-11列入2016版《国家危险废物名录》，危险性为T毒性。邻苯二甲酸酐渣作为危险废物，必须由有资质单位进行处置。目前对于邻苯二甲酸酐渣，主要有资源化回收利用、焚烧、填埋等处理处置方式。

资源化回收利用是指根据邻苯二甲酸酐残渣中各组分沸点不同，进行减压蒸馏，使低沸点物质（邻苯二甲酸酐和苯甲酸为轻组分）和高沸点物质（重组分为难挥发组分）分离，得到的轻组分冷凝为成品（邻苯二甲酸酐和苯甲酸混合物），重组分进行间隙排渣的资源化回收处置过程。该方式可以充分回收残渣中的有效成分重新回用于生产，是一种优异的邻苯二甲酸酐残渣的处理方式。

焚烧是指利用高温使邻苯二甲酸酐残渣中可燃成分进行分解氧化，产生最终产物CO₂和H₂O。在焚烧过程中，残渣与空气进行氧气反应，转化成气体和不可再燃的固体残留物，焚烧后残渣的体积可减

少90%以上。同时焚烧的余热可以进行回收利用。因此焚烧处置方式具有减量化、无害化、资源化等优势。

安全填埋法，具有应用广泛、技术成熟、处理能力强、运行费用低等特点；适用于《国家危险废物名录》中，除填埋场衬层不相容废物之外的危险废物的安全处置。性质不稳定的危险废物需经固化/稳定化后方可进行安全填埋处置。但邻苯二甲酸酐残渣中有机成分含量高，热值高，不适宜采用安全填埋进行处置，

综上所述，通过减压蒸馏方式充分再生利用邻苯二甲酸酐残渣中残余的邻苯二甲酸酐、苯甲酸等有效成分后，采用焚烧方式处置二次残渣；回收产品资源的同时进行了危险废物的处置，最终实现了邻苯二甲酸酐残渣的资源化、无害化、减量化处置，达到资源节约与绿色环保共同发展的目的。

1.4 国内外邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置标准情况

目前我国环境中除《苯酐渣处理处置技术规范》（HG/T5818）、企业标准《邻苯二甲酸酐与苯甲酸混合品》（Q/370781RXKJ001）外，尚无其他针对于邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置技术规范。现有相关项目的建设主要依照《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》（HJ/T176）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）、《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484）、《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598）中相关要求。

《苯酐渣处理处置技术规范》（HG/T5818）主要应用范围为通过对苯酐渣（本规范为邻苯二甲酸酐残渣）的减压蒸馏回收邻苯二甲酸酐和苯甲酸的再生利用过程，对后续二次残渣的处置未做具体约束。

《邻苯二甲酸酐与苯甲酸混合品》(Q/370781RXKJ001)对再生利用的产品指标进行约束。本规范主要编制单位-青州市瑞鑫再生资源科技有限公司亦为《邻苯二甲酸酐残渣处理处置技术规范》(HG/T5818)的主要参编单位。由此本规范不存在知识产权问题。

本规范的编制可有针对性的为邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置过程提供规范性指导,最大限度避免和减少处置过程中的二次污染,避免资源浪费,实现我国邻苯二甲酸酐残渣安全无害化处置,保护环境,保障民众健康。通过对邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置制定安全、可行、经济的全流程管理技术规范,逐步完善邻苯二甲酸酐残渣处置管理系统。

1.5 规范编制的意义及必要性

1.5.1 邻苯二甲酸酐残渣的合规处置是改善生态环境的重要举措

邻苯二甲酸酐残渣作为HW11精(蒸)馏残渣中的261-013-11和261-014-11列入《国家危险废物名录》,危险性为T毒性。邻苯二甲酸酐渣作为危险废物,必须送至有资质单位进行处置。

制定《邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范》团体标准,一方面,可以减少不当处置邻苯二甲酸酐渣中造成有毒有害物质的扩散累积,减轻对环境的污染破坏;另一方面,可以变废为宝,把邻苯二甲酸酐渣中的邻苯二甲酸酐和苯甲酸等有效成份再生利用,作为下游企业的生产原料,实现了危险废物的无害化、减量化处置到资源再生利用,符合国家绿色环保相关政策要求。

二次精馏残渣的焚烧处置,有效避免了邻苯二甲酸酐残渣对环境的二次污染,将邻苯二甲酸酐残渣“吃干榨净”。本规范的实施可以有

效的指导邻苯二甲酸酐渣进行科学的再生利用及处置的全流程管理，实现资源节约与绿色环保的双重目的，是改善生态环境的重要举措，对维护经济社会可持续发展和改善人民生活质量起着重要的作用。

1.5.2 邻苯二甲酸酐残渣减量化、资源化、无害化处置的需要

对邻苯二甲酸酐残渣首先采用再生利用处理工艺，充分提取邻苯二甲酸酐和苯甲酸等有效成分，避免了资源的浪费；对无法提取的有机二次精馏残渣，采用焚烧工艺进行处置，处理速度快，减量化程度高，还可以回收利用热能能源；由此本规范采用的邻苯二甲酸酐再生利用及焚烧处置全流程处置工艺，是实现邻苯二甲酸酐残渣无害化、减量化、资源化处置的有效措施。

1.5.3 邻苯二甲酸酐残渣的再生利用及处置的全流程管理是十分必要的

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物经营许可证管理办法》及国家其它危险废物领域有关法规、标准，实现邻苯二甲酸酐残渣无害化处置，防止处理处置过程中产生二次污染，指导邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置项目建设和运行，制定本规范。

本规范从邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置工程建设及运行的实际需求出发，对邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置厂总体要求、预处理系统技术要求、再生利用与处置系统技术要求、污染物排放控制要求、质量和管理要求、监测要求等基本要求等内容进行了规定。本规范发布后可用于指导规范邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置厂的设计、建设、运营管理，规范的编制是十分必要的。

2 任务来源及工作过程

2.1 任务来源

为深入贯彻可持续发展观，促进邻苯二甲酸酐残渣规范处理处置工作，山东省环境保护协会下达了《邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范》制订计划。该标准由山东省环境保护协会归口，由青州市瑞鑫再生资源科技有限公司等单位负责起草。

本规范根据要求编号为：XX；

计划项目名称为：邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范。

2.2 工作过程

2.2.1 基础资料调研

查找国内外邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置先进技术资料，详细了解各再生利用及处置工艺特点及发展趋势；从邻苯二甲酸酐残渣性质、技术原理、科学实验等方面确定邻苯二甲酸酐残渣采用再生利用与焚烧处置的进行资源化处置的技术可行性；调查国内邻苯二甲酸酐残渣处置相关法律法规和标准规范，为下一步规范编制奠定理论基础。

2.2.2 实地调研

针对邻苯二甲酸酐残渣的再生利用及处置技术研究及应用现状，以青州市瑞鑫再生资源科技有限公司现有工程运行数据为依托，开展了邻苯二甲酸酐残渣的再生利用及处置设施调研，了解邻苯二甲酸酐残渣运输、贮存、预处理、再生利用及焚烧处置、三废治理情况，设备运营情况及存在问题。在实地调研的基础上，收集工程资料，总结归纳处置技术要点。

2.2.3 规范编制及评审

在前述工作的基础上，提出规范编制方案，开始技术规范初稿的编制。在编制过程中认真征求环境管理部门、设计院、科研机构以及从事邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置单位的意见和建议，并予以采纳，经过反复论证、修改和完善，形成《邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术规范》征求意见稿。

3 工作内容

3.1 编制原则

本规范的制定主要遵循以下原则：

- 1) 符合国家现有政策、法规、标准的要求；
- 2) 便于实现邻苯二甲酸酐残渣资源化、减量化、无害化处置，提高资源利用率，防止处置过程中产生二次污染；
- 3) 在广泛调查国内外邻苯二甲酸酐残渣相关处置技术、管理规范的基础上，与国内现有邻苯二甲酸酐残渣管理要求和技术水平相衔接，做到规范安全、适用、经济，具有可操作性；
- 4) 全过程管理原则，对邻苯二甲酸酐残渣收集、运输、贮存、预处理、再生利用、焚烧处置、烟气净化、灰渣处置过程中各个环节进行控制。

3.2 编制依据

- 1) GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- 2) GBJ 22 厂矿道路设计规范
- 3) GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- 4) GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则

- 5) GB 8978 污水综合排放标准
- 6) GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- 7) GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则标准
- 8) GB 14554 恶臭污染物排放标准
- 9) GB 15562.2 环境保护图形标志—固体废物贮存(处置)场
- 10) GB 18484 危险废物焚烧污染控制标准
- 11) GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- 12) GB 16297 大气污染物综合排放标准
- 13) GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- 14) GB 50014 建筑设计防火规范
- 15) GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- 16) HJ/T 176 危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范
- 17) HJ 1033 排污许可证申请与核发技术规范 工业固体废物和危险废物治理
- 18) HJ 1038 排污许可证申请与核发技术规范 危险废物焚烧
- 19) HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则
- 20) HJ 1276 危险废物识别标志设置技术规范
- 21) HJ 2025 危险废物收集贮存运输技术规范
- 22) Q/370781RXKJ001 邻苯二甲酸酐与苯甲酸混合物
- 23) 危险废物转移联单管理办法
- 24) 危险废物经营许可证管理办法

3.3 工作方法

根据工作计划及大纲，在国内外资料调研的基础上，开展邻苯二甲酸酐残渣再生利用及出技术调研。采取现场调研、专家咨询、文献收集等方式，掌握企业现有再生利用及处置水平和污染防治水平，在此基础上，编制标准初稿，根据专家意见进一步补充完善标准的内容，形成征求意见稿及编制说明，并公开征求意见，根据意见修改形成送审稿，然后进行审查修改形成报批稿，最后报批并发布。

(1) 综合调研：通过广泛的文献和资料查询，对国内外邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置技术现状进行详细的综合调研，把握国内再生利用及处置技术和方法，明确技术需求。

(2) 实地调研：在综合调研的基础上，明确邻苯二甲酸酐残渣产生、处理处置行业现状，梳理代表性产废企业及再生利用、处置单位，前往企业现场进行实地调研工作，为标准的编制提供依据。

(3) 专家咨询：经咨询涉及邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置的相关管理人员及领域内的专家学者、企业的技术人员，听取专家的技术意见，并结合多年经验，确定标准的框架结构、技术重点、条款内容。组织多学科、多部门的研讨会，对标准进行咨询论证，在充分吸收专家意见的基础上，不断完善文本，为邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置提供技术指导。

3.4 技术路线

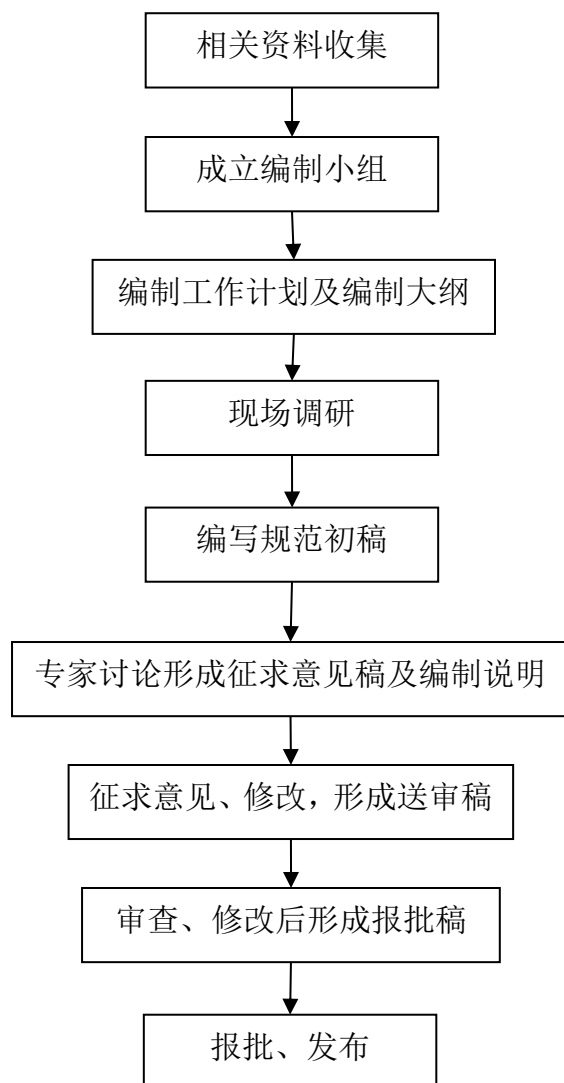


图 3.4-1 工作技术路线图

4 主要条文及说明

4.1 前言

本部分是技术规范中的格式内容，包括制定的依据、目的、内容、效力、提出单位、起草单位、起草人等。

4.2 适用范围

规定了本规范的适用范围。规范的处置范围限定在邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置的新建、改建和扩建工程。对术语和定义、总体要求、预处理系统技术要求、再生利用与处置系统技术要求、污染物

排放控制要求、质量和管理要求、监测要求进行规定。可作为邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置工程的环境影响评价、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

4.3 规范性引用文件

本部分列出了在本标准中所引用的国家标准、行业技术标准和技术规范。引用此类文件，使标准具有合法性和权威性。

规范性引用文件对于本规范的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

4.4 术语和定义

本部分为执行本标准制定的专门术语，并对容易引起歧义的名词进行了定义。其中收集、贮存、处置等的定义主要参考《危险废物焚烧污染控制标准》（GB 18484）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597）、《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091）；其余邻苯二甲酸酐残渣等相关定义主要参照《苯酐渣处理处置技术规范》（HG/T 5818）并根据工程实际进行定义。

4.5 总体要求

4.5.1 一般要求

本部分规定了邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置工程应遵循的主要原则。

(1) 对于邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置厂的建设规模及建设内容进行规定，工程建设应根据实际情况合理确定规模，建设内容应能满足处理工艺要求。

(2) 根据调研结果，目前邻苯二甲酸酐生产过程中产生的邻苯二甲酸酐残渣中邻苯二甲酸酐等有效成分的含量的在 50-80%左右；经过邻苯二甲酸酐回收后的二次精馏残渣中邻苯二甲酸酐含量在 10%-20%，应根据邻苯二甲酸酐含量施行分级收集和管理。

(3) 邻苯二甲酸酐残渣属于 HW11 精(蒸)馏残渣中的 261-013-11 和 261-014-11 危险废物，因此其再生利用及处置过程应执行危险废物相关处理处置规定。

(4) 邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置工程的设计、施工、验收、运行应遵守国家现行的相关法律法规的规定，并建立完善的环境管理制度。

4.5.2 场地要求

(1) 根据《国家危险废物名录》，邻苯二甲酸酐残渣属于 HW11 精（蒸）馏残渣危险废物，因此邻苯二甲酸酐残渣再生利用及处置厂的厂址选择及总图设计应强制满足《危险废物焚烧污染控制标准》(GB18484)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597) 中相关要求。

(2) 总平面布置中厂区各个构筑物的防火间距应符合《建筑设计防火规范》(GB 50014) 中的有关规定。

(3) 厂区路面宜采用水泥混凝土或沥青混凝土，道路的荷载等级应符合《厂矿道路设计规范》(GBJ 22) 中的有关规定。

4.6 收集、运输与贮存

(1) 邻苯二甲酸酐残渣属于危险废物，在运输过程中应严格遵循危险废物运输相关标准，避免转运过程中对环境造成污染。

(2) 邻苯二甲酸酐残渣贮存设施的选址和设计需满足《危险废物

贮存污染控制标准》(GB18597)中要求。

(3) 由于邻苯二甲酸酐残渣性质相对稳定,可优先考虑采用吨袋堆放方式进行贮存,但应注意采取严格的防渗措施,避免邻苯二甲酸酐残渣对地下水及土壤的污染。同时贮存车间内必须严禁烟火,同时建设完备的消防系统。

(4) 邻苯二甲酸酐残渣为危险废物,其贮存场所必须按规定设置专用标志。

4.7 预处理技术要求

(1) 邻苯二甲酸酐残渣的熔点不低于 131.61℃,沸点 284.5℃(常压),因此为保障邻苯二甲酸酐残渣的液相输送,需对固相残渣进行加热,同时对液相残渣进行保温。固相升温与液相保温的温度均不能超过邻苯二甲酸酐的沸点温度。

(2) 入厂的固相邻苯二甲酸酐残渣粒径不均匀,因此均采用破碎设备将其粒径控制在 200-300mm,便于输送、升温及后续再生回收工序反应。

(3) 入厂的液相邻苯二甲酸酐残渣需进行除杂处理,避免不相关的大块杂质(比如砖头瓦砾、包装袋等)堵塞输送设备及管道,满足输送、投加的要求。

(4) 根据入厂对固相、液相邻苯二甲酸酐残渣的成分分析结果,应对进入再生回收工序的残渣混合物进行均质,合理确定各部分进料量。

(5) 破碎、升温、除杂、均质等预处理工序的具体技术指标要求见第 6.1.3 条。

4.8 邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置技术要求

(1) 一般要求

邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置工序是本规范的核心工序，因此对该工序中设备选择、材质以及水气声渣等环保方面提出相应要求。

1) 邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置系统设备的选择在兼顾安全、节能、环保等要求外，还应考虑设备的自动化控制程度，避免运行操作人员与残渣的过多接触，提高劳动生产效率。

2) 因邻苯二甲酸酐残渣成分较为复杂，呈酸性，在设备的选择中应着重材质的防腐性能。

3) 邻苯二甲酸酐残渣因毒性被定义为危险废物，因此在预处理、再生利用、焚烧处置等全流程中，均应保证系统与管道的密闭，防止废气对环境造成的二次污染。

4) 对于有效成分含量较低等无法回收利用的邻苯二甲酸酐残渣以及再生利用后产生的二次残渣，其有机成分含量大、热值高、灰分低，因此可通过焚烧方式进行处置。焚烧方式减容效果显著，亦可通过导热油、蒸汽等方式回收余热，充分利用固废资源。对回收的热量应优先回用于原厂，补充预处理等过程需要的热量，避免热量的长距离输送带来的损耗。在余热充足的情况下，鼓励对外进行供热。

5) 对焚烧处置过程中产生的烟气、灰渣、恶臭、废水、噪声及其他污染物，应严格按照《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484）等标准中相应排放要求确定治理措施。

(2) 技术原理

再生利用：根据邻苯二甲酸酐残渣中各组分沸点不同，进行减压蒸馏，使低沸点物质（邻苯二甲酸酐和苯甲酸为轻组分）和高沸点物质（重组分为难挥发组分）分离，得到的轻组分冷凝为成品（邻苯二甲酸酐和苯甲酸混合物），重组分进行间隙排渣。

焚烧处置：无法再生利用的邻苯二甲酸酐残渣与二次精馏残渣进入焚烧系统进行处置。焚烧是有害物质进行在高温条件下发生燃烧等反应，实现无害化和减量化的过程。

(3) 工艺流程

标准中给出了详细的工艺流程描述和工艺流程图，并在后续条文中规定了工艺参数控制和过程控制要求。

(4) 控制条件

1) 熔解搅拌釜

—邻苯二甲酸酐熔点 131.2°C ，在融解釜内，物料需要达到融化状态，温度太低，化料时间长，温度太高，气体跑料多且融解釜着火风险加大，所以物料融解釜的釜温控制在 $(180\sim 200)^{\circ}\text{C}$ ；

—要求加料量不得超过上封头的水平线，严禁超高；升温速度应控制在釜温 100°C 以下时 $(10\sim 20)^{\circ}\text{C/h}$ ，釜温高于 100°C 时 40°C/h 。

$(5\sim 10)^{\circ}\text{C/h}$ ，温度上升太慢，融解时间太长，温升太快，釜温上升太快，影响设备使用寿命且易发生火灾风险。待块料基本融化时，先盘动搅拌轴，盘动正常后才能开启搅拌；搅拌 10min 后，停止搅拌，沉降 0.5h 后方可抽料至精馏釜。充分完全融解后，搅拌均匀，温度均匀，30 分钟静置沉降，使邻苯二甲酸酐残渣中的杂物下沉，便于精制釜抽料，防止堵塞管道。

2) 蒸馏釜

—若蒸馏釜温度在 200℃ 以下时，出料较慢；大量出料时，釜温必须控制在 200 至 240℃。水环真空泵抽真空下，真空度在 (0.08~0.09) MPa 的负压下时，邻苯二甲酸酐残渣物料沸点降低，挥发加快，精馏釜大量出料，因此将真空度控制在 (0.08~0.09) MPa。

为控制起始物料挥发速度，进料前应将温度降低至 200℃ 以下方可抽料；进料量应控制到釜容积的三分之二以下，即可保持一定的挥发空间又可防止物料溢釜；升温速度应控制在 30℃/h 以下，最高釜温不得超过 250℃。精馏釜排放精馏残渣时，应先将精馏釜的釜温降至 240℃ 以下，充氮气卸真空，底部排渣阀门处要充蒸汽保护，确保提高安全系数。

3) 精馏塔

—精馏塔塔顶温度在 190℃ 以下，馏出物较慢，200℃ 以上又太快，为控制气态物料馏出速度，将精馏塔塔顶温度控制在 (190~200)℃。采用水环真空泵抽真空，真空度控制在 (0.09~0.092) MPa。

4) 再生利用系统其它部分

—在气液分离器内馏出液及少量气态物料要进一步分离，需控制相分离器温度，太低易堵塞管道，太高气态物料增加，影响真空泵负荷，增加气态物料跑料，降低回收率，所以相分离器的温度需控制在 (155~160)℃，真空度控制在 (0.09~0.094) MPa。

—切片机的冷却水温在常温下，循环水冷却至 40℃ 时，在滚筒上冷却成固态，切片成片状物成品，所以切片机中成品温度控制在 40℃ 以下。

—喷淋系统采用碱液吸收尾气，碱液为 4-6%氢氧化钠溶液。

5) 焚烧处置系统控制

—为保障水碎系统处理效果，根据现在运行经验，将水碎系统内熔解釜温度应控制在 200-220℃。水碎系统出口的固相残渣颗粒粒径控制在 3-5mm。

—为提高焚烧系统运行效率，避免因残渣含水率过高造成焚烧系统能量的浪费，要求水碎系统出口的固相残渣颗粒的含水率应低于 10%。

—焚烧系统的技术性能指标及烟气净化装置后烟气中各项污染物浓度应符合 GB18484 及地方相关要求。

4.9 污染物控制要求

4.9.1 大气污染控制

邻苯二甲酸酐残渣作为 HW11 精（蒸）馏残渣中的 261-013-11 和 261-014-11 列入《国家危险废物名录》。因此其再生利用焚烧处置过程中的废气应按 GB16297、GB37822 的规定收集和处理后达标排放。残渣焚烧后的烟气污染物排放浓度应符合 GB18484 中表 3 及地方有关大气污染物排放标准的规定。

4.9.2 废水污染控制

该条款规定了废水排放污染控制要求。废水的污染控制应按质按类分别处置；在满足回用水质要求的前提下，优先回用于厂内相关环节。

4.9.3 固废污染控制

对于危险废物再生利用及焚烧处置过程中产生的工艺残渣、废水

处理污泥、被污染的防护用品等固体废物，应分类收集处理。经鉴别属于危险废物的，应按照危险废物管理，厂内无法处置时，应交由具有相应资质的单位利用处置。

焚烧产生的灰渣属于危险废物应交由具有相应资质的单位利用处置，应及时做好联单记录。

4.9.4 噪声污染控制

该条款规定了噪声排放污染控制要求。为降低企业正常生产过程中产生的噪声对声环境的影响，厂界噪声应严格按照《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348 要求，对于物料输送泵、风机、空压机等机械设备，宜选用低噪音的设备，并采用合理的降噪、减噪措施；对于搬运、车辆运输等非机械噪声产生环节，应采取可减少固体振动和碰撞过程噪声产生的管理措施。

4.9.5 其他污染控制

为降低企业正常生产过程中产生的恶臭对环境的影响，厂界恶臭污染物应严格按照《恶臭污染物排放标准》GB14554 执行。

4.9.6 监测系统

依据《危险废物焚烧污染控制标准》GB18484、《固体废物再生利用污染防治技术导则》HJ1091、《危险废物经营许可证管理办法》等规范要求，企业应具备相应的社会责任，对项目及周边的大气、土壤、地表水和地下水以要求的监测频次进行采样监测，并建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及对周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

气体污染物监测项目及检验方法参照 GB18484 及 HJ/T 执行。

并对邻苯二甲酸酐残渣贮存、预处理、再生利用、焚烧处置等全流程处置过程中的重要环节进行监测、记录。

4.10 质量和管理要求

本规范是从邻苯二甲酸酐残渣中提取有效成分邻苯二甲酸酐和苯甲酸等，生成邻苯二甲酸酐和苯甲酸的混合物，成品经检验符合标准后作为原料重新使用，实现危险废物的无害化、减量化处置到资源再生利用。

规范中参照主要编制单位——青州市瑞鑫再生资源科技有限公司起草完成的企业标准《邻苯二甲酸酐与苯甲酸混合品》（Q/370781RXKJ001）中相关要求，对成品指标及测试方法进行约定。

成品应根据 GB5085 进行特性鉴别，浸出液中任何一种危害成分含量不超出限值。并应根据 HJ1091 中相关要求经检验合格后方可供下游企业使用。

4.11 工程施工及验收

邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置工程施工、验收及运营管理按《危险废物焚烧污染控制标准》GB18484、《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ1091）和国家关于施工、运营技术政策执行，保证施工质量，消除事故隐患。

5 规范实施的社会环境效益及经济分析

5.1 工程调研

5.1.1 项目简介

青州市瑞鑫再生资源科技有限公司前身是青州宝昌化工厂，从1998年至今一直从事邻苯二甲酸酐残渣回收利用业务，该厂始建于

2004年，位于青州市昭德工业园丰收路东段。2012年经青州市人民政府批准该企业由青州市昭德工业园丰收路东段搬迁至青州市獠山经济发展区，企业名称更改为青州市瑞鑫再生资源科技有限公司，法定代表人骆智青。2019年11月20日，公司取得了危险废物经营许可证，编号为：潍坊危证6号，年处置废邻苯二甲酸酐10000t。

1) 再生利用

邻苯二甲酸酐残渣经过升温再经减压精馏得到合格的邻苯二甲酸酐产品。将固相残渣经破碎后送装入熔解釜，用导热油对熔解釜进行加热，当温度到135℃左右时，邻苯二甲酸酐残渣熔解，用真空泵打入精馏釜进行精馏，减压精馏，导热油夹层加热，控制温度在200~240℃，时间为10h，蒸汽（轻组分）由釜顶进入精馏塔，继续减压精馏，控制温度在180~200℃，二次蒸汽（轻组分）由塔顶馏出进入冷凝器（微负压），经冷凝后，进入相液分离器（微负压），液相物料就是邻苯二甲酸酐成品，进入成品罐，由结片机切片，包装成50kg/袋，送入仓库，经检测合格后外卖。气相经过扑集器扑集后返回蒸馏釜。蒸馏残液由蒸馏釜底部进入水碎工序或排斗回收，进入焚烧处置系统。

2) 焚烧处置

焚烧处置系统年处置二次精馏残渣9000t/a。采用水碎+机械粉碎+焚烧处置工艺。

A. 水碎系统

邻苯二甲酸酐残渣投入溶解釜升温200-220℃溶解（设置捕捉器收集升温气体，并将气体经处理排放）将溶解物料均匀的投放至水碎

釜，均匀搅拌，控制温度 80℃，使物料充分均匀分离至 3-5mm 颗粒离心，进入过滤槽，固液分离，固体含水量 10%以下通过气流传送至水碎料仓；液体进入冷却釜，冷却至 30℃以下，静置固液分离；固相含水 10%以下返回至再生利用系统；液相回循环至水碎釜，进行循环使用。

B. 焚烧系统

水碎后的二次蒸馏残渣（固体废料），通过皮带输送机（或行吊）由风送系统喷入回转窑内，进料系统实现在线监测控制进料量。

回转窑采用顺流式，残渣随着回转窑的转动不断翻滚，与一次风充分混合，迅速被干燥并着火燃烧，残渣本身具有较高的热值，依靠自身的热值燃烧。回转窑燃烬的炉渣依靠重力落至排渣机；焚烧产生的烟气由窑头进入二燃室；二燃室中设有燃烧器和二次风，来自回转窑中未充分燃烧的气体进入二燃室继续燃烧，二燃室必须控制在较高的燃烧温度（ $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ ）和在此温度下大于 2.5s 的烟气停留时间，使烟气中有毒有害物质及二噁英类物质焚毁；二燃室燃烧产生的烟气先经过 SNCR 脱硝后进入余热导热油炉将 240°C 导热油加热到 260°C ，同时烟气温度从 1100°C 降低到 530°C 左右。随后烟气再经过“SCR 脱硝+急冷系统+干喷塔活性炭及石灰喷射脱酸+袋式除尘器+二级喷淋塔脱酸+湿电除尘器”工艺进行净化处理，净化后的烟气其各项指标均能满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2001）中标准后排放。



破碎-溶解釜-蒸馏釜



回转窑+二燃室-烟气净化设施

图 5.1-1 邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置装置

5.1.2 邻苯二甲酸酐残渣成分分析

近几年来因生产工艺改进，上游企业产生的邻苯二甲酸酐残渣中邻苯二甲酸酐含量逐渐下降，已由原来的 90-95% 下降至 50-70% 左右；现有项目入厂的废邻苯二甲酸酐、水碎残渣、二次残渣成分如下表所示。

表 5.1-1 邻苯二甲酸酐残渣成分表

项目	单位	入厂残渣	二次残渣	水碎残渣
湿基低位发热量	MJ/kg	21.46	22.35	24.59
颜色		棕黑色		
邻苯二甲酸酐	%	48.0	18.5	8.3
苯甲酸	%	13.0	0.7	<0.1
氮 (N)	%	1.59	1.75	1.82
碳 (C)	%	65.4	70.3	70.9

项目	单位	入厂残渣	二次残渣	水碎残渣
氢 (H)	%	3.32	3.05	3.04
硫 (S)	%	0.755	ND	ND
氧 (O)	%	29.9	22.4	15.9
氯 (Cl)	%	0.08	0.018	0.018
氟 (F)	%	0.029	ND	ND
镉 (Cd)	mg/kg	0.2	0.2	0.4
铈 (Ti)	mg/kg	ND	ND	ND
镍 (Ni)	mg/kg	61.1	67.6	106
铬 (Cr)	mg/kg	106	124	337
钴 (Co)	%	1.5	1.6	2.2
铜 (Cu)	%	8.7	2.9	12.8
铅 (Pb)	%	2.3	ND	ND
锰 (Mn)	%	25.2	18.5	17.9
锑 (Sb)		0.199	ND	0.023
锡 (Sn)		ND	ND	ND
汞 (Hg)		0.011	0.003	0.235
砷 (As)		0.057	ND	0.048

5.1.3 运行及监测数据

青州市瑞鑫再生资源科技有限公司现场运行参数记录见下表 5.1-2 所示。

表 5.1-2 现场运行参数监测情况表

厂内各点监测温度	温度 °C	烟气中污染物浓度	数值/单位
溶解搅拌釜物料温度	180-200	二氧化硫	1.08mg/m ³
蒸馏釜物料温度	200-240	氮氧化物	46.99mg/m ³
精馏塔物料温度	190-200	烟尘	2.15mg/m ³
一二次冷凝器物料温度	160-200	氟化氢	0.63mg/m ³
气液分离器物料温度	155-160	氯化氢	1.05mg/m ³
切片机进口物料温度	30-40	一氧化碳	3.22mg/m ³
水碎系统溶解釜物料温度	200-220	氨气	7.36mg/m ³
二燃室出口烟气温度	>1100	烟气黑度	<林格曼 1 级
急冷塔出口烟气温度	450-500	二噁英 TEQng/m ³	0.1

对比 GB18484 中各项要求，排放的烟气可以满足对危险废物焚

烧大气污染物的限制要求，同时根据该公司烟气检测报告，二噁英的排放浓度亦在 GB18484 规定允许的范围内。

5.1.4 成品检验

对应上述邻苯二甲酸酐成品进行主要成分检测，产品指标标准应满足主要编制单位——青州市瑞鑫再生资源科技有限公司起草完成的企业标准《邻苯二甲酸酐与苯甲酸混合品》(Q/370781RXKJ001) 中相关要求，具体指标如下：

1) 成品应为白色至微黄塞片状晶体，带微刺激性气味。

2) 成品根据纯度（含量）不同分为一类、二类、三类三个型号。

具体指标应符合下表规定。

表5.1-3 成品技术指标

项目	指标		
	一类	二类	三类
邻苯二甲酸酐含量（质量分数，） %	>80.0	80.0~20.0	<20.0
苯甲酸含量（质量分数）， %	<20.0	20.0~80.0	>80.0

5.2 工程经济分析

由于邻苯二甲酸酐残渣属于危险废物，因此邻苯二甲酸酐残渣再生利用与处置厂的工程投资可以参照危险废物处理处置工程进行类比分析，同时综合工程实际情况予以调整。同时依据青州市瑞鑫再生资源科技有限公司现有工程，确定邻苯二甲酸酐残渣的处置成本。

1) 按设计处理能力满负荷运行，年处置邻苯二甲酸酐残渣 10000t，生产成品 4800t，成品价格按 4000 元/t 计，项目产品收益为 1920 万元/a。

2) 除自用外，年生产蒸汽 5000t，蒸汽价格为 95 元/t，项目蒸

汽收入为 47.5 万元/a。

总收入合计 1967.5 万元/a。

2) 项目总成本为 1456.98 万元/a。

a) 原料费：年处置邻苯二甲酸酐残渣 10000t，按原料价格 1000 元/t，原料费为：1000 万元/a。

b) 燃料费：按年耗天然气 5000 m³ 计取，天然气价格 4 元/m³，年成本为：2.0 万元/a。

c) 电费：年耗电量为 80×10⁴kW·h，电价为 1.0 元/kW·h 计取，为 80 万元/a。

d) 折旧费：折旧费为 120 万元/a，折旧费为固定资产投资扣减 5% 残值后。

e) 维护修理费：40 万元/a。

f) 人工费：本装置运行需运行人员 50 人，运行人员工资按每人每年 8 万元计，员工福利取总工资的 14%，每年员工工资及福利为 45.6 万元。

g) 各类药剂费用：50 万元/a。

h) 管理费：含保险费（财产保险费、劳动保险费、安全保险费）、办公费用、车辆使用费、技术咨询及检测等费用，合计 50 万元/a。

i) 其他费用（以上计取 5%）：69.38 万元/a。

3) 项目总利润为 510.52 万元/a。

项目经济效益情况详见表 5.2-1。

表 5.2-1 经济效益一览表

序号	项目	费用 (万元/a)	备注
1	总收入	1967.5	按设计年处理能力 1 万吨, 运行 330 天, 设备满负荷运行计算。
2	总成本	1456.92	
	原料费	1000	
2.1	燃料费	2.0	
2.2	电费	80	
2.3	折旧费	120	10 年直线折旧, 残值率 5%
2.4	维修费	40	
2.5	人工费	45.6	
2.6	药剂费	50	
2.7	管理	50	
2.8	其它	65.98	
3	总利润	510.52	

邻苯二甲酸酐残渣采用再生利用及焚烧处置的处置成本在 1456.82 元/t_{邻苯二甲酸酐残渣}, 其中原料费助燃染料、设备折旧和电耗所占比例最大; 项目收益客观, 从经济角度上讲, 该方式是切实可行的。

6 标准实施建议

6.1 与现行法律法规及其它相关标准的关系

本技术规范属于环境污染防治工程技术规范中的团体技术规范, 是国家环境标准体系之环境工程技术规范的一个组成部分, 应与环境污染防治方法类工程技术规范配套使用, 尤其是危险废物处置相关技术规范。本规范将为邻苯二甲酸酐残渣再生利用及焚烧处置工程的建设、运行及监督管理提供技术依据。

6.2 实施本标准的管理措施及建议

建议各级环境保护部门及相关监督管理部门在环境影响评价、建设项目环境保护管理、危险废物经营许可证管理等多项工程中积极采

用本技术规范内容，以加强对环境保护设施的监管。

鉴于本规范为首次制定，因此在实施过程中可采用先试行一段时间，根据反馈的问题和技术进步情况，进行进一步修订完善，力争最终形成适用、先进的行业污染治理规范，更好满足我国环境保护管理的要求。

此外，随着经济的发展和技术的进步，以及对环保技术研究的不断深入及实践经验的积累，根据实际需要，标准的内容应不断得到完善、拓展、深入和更新，以适应环境标准制修订的工作要求。