

《危险废物资源化产物环境风险评价 通则》
(征求意见稿)
编制说明

标准编制组

2024年2月

《危险废物资源化产物环境风险评价 通则》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

2019年4月3日，清华大学首次提出了《危险废物资源化产物环境风险评价通则》提案建议，经过与中国标准化研究院研制，得到中标委、生态环境部等领导专家的一致认可后，决定正式启动国家标准项目研制。

清华大学和中国标准化研究院资环分院等单位牵头提出了制定国家标准《危险废物资源化产物环境风险评价通则》的计划，并于2022年8月正式获国家标准化管理委员会的立项批复（立项号20220494-T-303）。2022年，该标准正式通过国家标准化管理委员会批复立项，清华大学与中国标准化研究院共同承担该标准的编制工作。

2. 标准编制单位

本标准由清华大学、中国标准化研究院牵头，组织了部分国家单位、龙头企业、高等院校、科研院所参与，共同完成了本标准的技术调研、标准编制、案例分析等工作。

其他参编单位有生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中节能生态环境发展有限公司、浙江省环境科技有限公司、陕西安信显像管循环处理应用有限公司、上海环境集团股份有限公司、青岛斯坦德衡立环境技术研究院有限公司、深圳市绿环再生资源开发有限公司、浙江大学、生态环境部南京环境科学研究所、生态环境部华南环境科学研究所、中国人民大学、上海第二工业大学、巴塞尔公约亚太区域中心（待补充）。

3. 起草过程

2019年4月，清华大学首次提出了《危险废物资源化产物环境风险评价通则》提案建议，并在危废工作组标准提案工作会议上，选定此标准提案参与研制。

2020年1月，中国标准化研究院组织危废工作组召开工作汇报会，标准提案得到中标委、生态环境部等领导 & 参会专家的一致认可。

2020年5月，清华大学、中国标准化研究院开展研讨，决定正式启动国家标准项目研制。

2020年7月-8月，形成标准修改稿，召开首批参与单位启动会，成立编制组。

2021年6月，清华大学与中国标准化研究院资环分院正式将《危险废物资源化产物环境风险评价通则》的国家标准项目立项意见提交至生态环境部并收到对标准立项无意见的回函。

2022年8月，《危险废物资源化产物环境风险评价通则》国家标准正式通过国家标准化管理委员会批复立项。

2023年2月，清华大学与中国标准化研究院资环分院在北京组织召开《危险废物资源化产物环境风险评价通则》国家标准开题暨首次专家论证会，对标准提出的背景、立项和组织情况进行了说明，对标准的定位、范围、关键技术要素及基准、评价工作程序等方面进行了详细介绍，就标准的技术内容和与现有管理体系相协调等问题进行了深入的探讨，提出了标准制定进度要求。

2023年11月，清华大学与中国标准化研究院资环分院在北京组织召开《危险废物资源化产物环境风险评价通则》国家标准征求意见讨论会，会上对标准的征求意见初稿征求了专家意见。

二、 标准编制原则和标准主要内容确定的依据

1. 编制原则

(1) 科学性

基于权威的数据和信息，结合生态环境管理和市场需求、风险评价目的，依据危险废物资源化产物有害物质来源、特征、迁移转化趋势等，确保风险评价过程的系统性、完整性以及客观性。

(2) 全面性

危险废物资源化产物风险评价过程应确保有害物质种类、暴露途径、评价受体等全面识别分析。

(3) 谨慎性

危险废物资源化产物风险评价结果应包括在最不利暴露场景下，评价受体的风险评价。

(4) 可扩充性

本标准的内容并非一成不变，将随着社会经济条件的发展，危险废物资源化产物的更新迭代和相关国际标准、国家标准、行业标准的不断完善而进行充实和更新。

(5) 可行性

主编单位清华大学在危险废物综合利用、环境风险评价方面具有多年的研究基础，取得了扎实的研究成果，基本能力过硬，编制团队涵盖中国标准化研究院、生态环境部固体废物与化学品中心，中节能生态环境科技有限公司，青岛斯坦德衡立环境技术研究院有限公司等，产学研高度融合，有利于保证产品的客观性、科学性和公正性。

2. 编制法律依据和参考的标准

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》

《中华人民共和国标准化法》

GB/T 3095	环境空气质量标准
GB/T 4754	国民经济行业分类
GB 5085.3	危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB 5085.6	危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别
GB 5749	生活饮用水卫生标准
GB/T 6679	固体化工产品采样通则
GB/T 6680	液体化工产品采样通则
GB/T 6681	气体化工产品采样通则
GB/T 14848	地下水质量标准
GB 15618	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准
GB/T 27921	风险管理 风险评估技术
GB 36600	土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第一部分：化学有害因素
GBZ/T 298	工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则
HJ 25.3	建设用地土壤污染风险评估技术导则
HJ 876	儿童土壤摄入量调查技术规范 示踪元素法
HJ 877	暴露参数调查技术规范

HJ 1091	固体废物再生利用污染防治技术导则
HJ 1111	生态环境健康风险评估技术指南 总纲
HJ 1229	优先评估化学物质筛选技术导则
SL/Z 467	生态风险评价导则

3. 标准编制的背景

3.1 标准制定的必要性

随着我国工业化进程的不断加快，资源短缺和环境污染压力不断增加。危险废物具有高环境污染属性，需要安全有效的处理和利用，当前常用的处置技术主要为综合利用、焚烧和安全填埋技术。2019年，196个大、中城市工业危险废物产生量达4498.9万吨，其中综合利用量2491.8万吨，占利用处置及贮存总量的47.2%。《2022年中国生态环境统计年报》显示，2022年，全国工业危险废物产生量为9514.8万吨，较2017年增长46.0%。进入“十四五”时期，无论在高质量发展、精细化管理的背景下，还是基于碳达峰、碳中和需求，危险废物资源化利用是行业进一步发展的趋势。提高危险废物的资源化利用水平，是解决我国资源短缺和实现可持续发展的必由之路。危险废物产生量持续增长，也为危险废物资源化提供充足的原材料，危险废物综合利用在保护和改善环境的同时提高了资源利用效率，实现了经济效益、社会效益、环境效益的共赢，符合碳中和思路。

危险废物因具有毒性、感染性、易燃性、反应性或者腐蚀性等危险特性，环境风险极高，一直是我国环境风险防控的重点领域，因此，我国先后颁布了《固体废物污染环境防治法》（下称《固体法》）《医疗废物管理条例》《危险废物经营许可证管理办法》《危险废物转移管理办法》等法律法规，制定了危险废物贮存、焚烧、填埋等一系列标准和技术指南，形成了系统的涵盖了危险废物产生、贮存、转运、利用处置的全过程法规制度体系。但目前我国危险废物与副产品及其利用产品的界定争议，也是近年来危险废物管理工作中经常遇到的问题。在管理过程中，有的将副产品或利用产品仍然认定为危险废物，有的将危险废物按照副产品或利用产品管理。其根源在于危险废物已有一套链条较为完整、制度基本健全、要求十分严格的管理体系，而产品环境风险防控制度体系仍然十分不健全。一是产品质量标准中缺乏有害物质控制要求。据初步统计，我国危险废物利用产品涉及的154项国家、行业产品质量标准，绝大多数是针对采用原生原料

生产的产品制定的，往往也只关注质量性能指标，并未对以危险废物为原料生产的再生产品提出相应的有害物质控制规定，缺乏环境保护、健康安全指标。二是一些危险废物被错定为副产品。例如，根据有关部门 2016 年对草甘膦、分散染料行业危险废物专项调查的结果，多数企业危险废物申报种类不全，产生量最大的废母液及其处理废盐缺报漏报问题突出。废母液在环评报告中往往被认定为废水，废母液处理产物废盐则被作为工业盐副产品外售处理，没有纳入危险废物管理。三是一些企业以副产品名义绕开危险废物监管制度。很多环境案件表现为以副产品或利用产品名义非法转移、处置危险废物。

同时，我国由于缺乏针对具体类别危险废物、利用技术和利用设施的污染控制标准，导致综合利用过程污染防治措施不到位，次生污染难以彻底消除，容易造成综合利用过程的二次污染，多数危险废物综合利用仅考虑最终产品性能、市场销售，综合利用过程中的环境风险未充分关注，导致综合利用产品造成污染危害的情况时有发生。国家危险废物名录（2021 版）共计列入 467 种危险废物，每种废物的产生来源、典型组分、污染特性、综合利用技术、精细化管理要求等各不相同，综合利用过程及再生产品的环境风险及人体健康风险不容忽视。

2020 年 4 月修订的《固体废物污染环境防治法》提出：“利用固体废物应当遵守生态环境法律法规，符合固体废物污染环境防治技术标准。使用固体废物综合利用产物应当符合国家规定的用途、标准”。当前制约危险废物资源化利用的最大问题是标准的缺失，标准缺失往往意味着无序的风险。通常的产品标准是按照原材料生产流程制定的，并不涵盖危险废物资源化利用这一特殊情况。因此对于危险废物资源化产物中的有害物质含量难以得到有效控制，在产品使用过程中可能存在环境和健康风险，但由于缺乏污染物控制相关标准，导致市场受阻，出路不畅。危险废物资源化利用简单套用一般产品标准，则产品中的有毒有害物质含量难以得到有效控制。同时，由于缺乏标准支撑，管理部门对危险废物资源化利用往往倾向于保守方式，亟待制定危险废物资源化产物的国家标准进行顶层设计和基准确定。为了贯彻《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等国家法律法规和政策文件中促进危险废物资源化利用和建立健全危险废物资源化利用标准体系的有关要求，制定《危险废物资源化产物环境风险评价通则》国家标准，将为企业及管理部门在危险废物资源化产物的应用环节提供参考，有助于推进国内危险废物资源化产物应用的规范化和高质量发展。

3.2 环境风险评价技术和方法

3.2.1 国内外环境风险评价标准制定概况

(1) 美国

美国是在环境风险评价方面方法学研究成果和实践经验最为丰富的国家,在系统安全性评价、人体健康与生态风险评价方面均建立系统完整的评价方法和程序体系。

对于健康风险评价美国国家科学院(NAS)和美国国家环境保护局(US EPA)研究成果最为丰富。1975年12月,美国国家环境保护局(以下简称“US EPA”)完成了《暴露于氯乙烯下人群的定量风险评估》,这是第一份关于风险评价的文件,并于1976年发布了由局长签署序言的《可疑致癌物健康风险和经济影响评估暂行办法与导则》,该文件提出“将对健康风险和经济影响进行严格评估,作为监管过程的一部分”。20世纪80年代,US EPA发布了64种污染物的水质标准,这是US EPA针对大量致癌物开发的定量程序的首次应用,也是第一份描述风险评估定量程序的文件。1983年,NAS发布了联邦政府风险评估:过程管理(通常称为“红皮书”),提出了风险评估采用“四步法”即危害鉴别、剂量-效应关系评价、暴露评价和风险表征进行。次年US EPA发行的《风险评估与管理:决策框架》确定了风险评估的基本框架。针对人体健康风险评估过程中应用各类技术方法,US EPA发布了一系列支持性技术规范,包括《暴露参数手册》《蒙特卡洛分析指导性原则》《暴露评估中的不确定性表征和交流指南》《参考剂量和参考浓度审查程序》《基准剂量技术指南》《风险评估中的概率分析》等。针对特定污染物制定了《多环芳烃定量风险评估暂行导则》《金属风险评估框架》《共性毒理机制农药的累积风险评估导则》《多种化学品、暴露和效应的累积健康风险》等评估规范;在具体风险管理措施方面制定了专门的应用指南,比如:在化学品管理方面,制定了《产品性能试验指南》《产品属性试验指南》《归趋、转运和转化试验指南》《喷雾漂移试验指南》《生态效应试验指南》《化学残留试验指南》《健康效应试验指南》《职业和居民暴露测试指南》《生化试验指南》等技术指南;在危险废物项目风险评估方面,制定了《危险废物焚烧设施人体健康风险评估指南》。总而言之,US EPA针对环境风险评价和管理工作,开发了用于风险评价的数据库和模型,制定了一系列较为完善的导则文件和工具。

2005年，为促进煤炭燃烧产品利用，US EPA发布了《粉煤灰回用于公路建设的效益及影响评估导则》，其指出当粉煤灰回用于非密封包裹式的建筑材料时，影响的主要介质是大气和水体。吸食、吸入和皮肤接触是人类和其他生物接触煤灰的途径。在评估粉煤灰回用的环境影响时，需注意Hg等重金属元素的浸出，以及粉煤灰在施工过程中的粉尘逸散。2013年US EPA固体废物和应急响应办公室(OSWER)制定《评估煤燃烧残余物的封装有益用途的方法》，以确定含有氯化碳的封装产品的环境排放是否与类似产品的环境排放相当或更低，或在消费者使用过程中达到或低于人类和生态受体的相关监管和健康基准，提出了(1)文献回顾和数据收集；(2)可用数据评估；(3)暴露评估；(4)筛选评估；(5)风险评估五步有益使用评估流程。在此基础上，2016年，US EPA制定了《工业非有害二次材料有益使用评估方法》和《有益用途纲要：支持有益用途评估的资源和工具的集合》，帮助评估与有益使用辅助材料相关的对人类健康和环境的潜在不利影响。两者的发布旨在帮助提高有益使用评估的一致性和质量，它的目的不是解决用于能源的无害二次材料的燃烧、城市固体废物的使用/再利用或危险废物的监管。前者帮助确定拟议的有益使用对人类健康和环境的潜在不利影响是否与类似产品相当或低于类似产品，或达到或低于相关的健康和监管基准。该方法比较广泛，以便对该方法的不同方面进行平衡的讨论，明确评估工作。主要分为：规划和界定范围、影响分析及最终表征三个阶段。后者旨在更详细地讨论在特定评价中可能出现的一些具体考虑，并根据具体步骤列出了协助评价的现有资源和工具。其他联邦机构、州和地方政府在讨论二次材料的有益用途时可能会使用不同的术语，例如“工业副产品”和“回收材料”。

(2) 联合国环境署

联合国环境规划署(United Nations Environment Programme, UNEP)是联合国系统中制定全球环境保护议程的权威机构，致力于解决区域性和全球性环境问题。1987年，联合国环境规划署、国际原子能机构(International Atomic Energy Agency; IAEA)、世界卫生组织(World Health Organization, WHO)和联合国工业发展组织(United Nations Industrial Development Organization; UNIDO)开展了合作研究计划——“能源和其他复杂工业体系所引起的健康与环境风险的评价与管理”；1988年，UNEP与各国政府以及工业界联合制定了“地区性紧急事

故的意识和防备” (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level, APELL) 计划。APELL 计划最初以固定的设备和装置引发的风险作为控制对象, 随着环境风险种类日益多样化, 以及评价技术研究的显著进展, 该计划的应用范围逐渐扩展至运输业和矿业风险以及自然灾害的评价当中。其中, 针对港口地区、危险货物运输业和采矿业的 APELL 计划分别于 1996 年、2000 年和 2001 年先后启动。UNEP 于 1996 年出版了《国际环境技术中心技术出版物系列之三—可持续城市的环境风险评价》, 概述了环境风险评价在可持续城市计划战略规划过程中的应用和优势。此外, 针对含铅、镉、汞等有毒有害物质的化学品和危险废物, UNEP 制定了一系列全过程管理的技术导则, 其中, 以环境风险评价为主要内容的导则主要包括《汞暴露引发的人体风险识别导则》(2008 年 6 月) 和《现有风险管理措施清单汇编—铅和镉》(2008 年 11 月)。2016 年 5 月, 第二届联合国环境大会在肯尼亚首都内罗毕的联合国环境规划署总部召开, 会议聚焦于联合国《2030 年可持续发展议程》中环境与健康的联系, 并发布了题为《健康环境 健康人类》的报告。2022 年 12 月, UNEP 发布了一套 19 分的实情说明文件, 概要说明了 2020 年 UNEP 编制的《关于对人类健康和环境构成风险化学品和废物引起关注问题的评估报告》和 2019 年发布的《全球化学品展望 II (2019 年版)》报告中核心信息要点。针对每个引起关注化学品和废物问题, 编写了一份两页纸的实情说明文件, 简述了 (1) 来源; (2) 为什么引起关注? ; (3) 现行法律文书和管控行动; 以及 (4) 面临的挑战和机遇。

(3) 世界卫生组织

世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 尤其是国际化学品安全规划署在风险评价领域开展了大量的工作。WHO 健康风险评估主要应用于化学物质 (包括农药) 管理和食品安全管理两个区域。1999 年, WHO 发布了《化学物质暴露致人体健康风险评估原则》, 该文件在整个世界卫生组织健康风险评估技术体系中处于提纲挈领的作用, 论述了化学物质健康风险评估的框架、评估的原则、基本内容、方法和要求, 同时也简明扼要的论述了人体健康风险评估四个部分 (危害识别、剂量—反应关系评估、暴露评估和风险表征) 的基本概念, 不关注评估的具体方法和细节。在食品安全风险评估领域, WHO 发布了《食品中食品添加剂和污染物安全评估原则》《食品中农药残留毒理学评估原则》《重要微

量元素的风险评估原则和方法》《食品中化学品风险评估的原则和方法》等技术文件。截至 2019 年，WHO 共出版了 244 个健康基准文件，1992 年联合国环境和发展大会、可持续发展大会以及 2017 年世界健康大会通过了 WHO 化学物质路线图，明确环境健康基准评价化学物质风险的重要性。

(4) 欧盟

欧盟以技术指导性文件的形式总结了风险评价的总体思路，具体的评价系统反映在欧盟风险评价体系中。此系统的风险评价，分为人类健康和生态环境。1993 年欧盟议会通过了已有物质的风险评估和危险物质对人类健康风险评估的“Council Regulation (EEC) No793/93”和“Commission Directive 93/67/EEC”2 个法案指令，是欧盟进行风险评估的法律基础。进而，欧盟以技术指导性文件 (Technical Guidance Document, TGD) 的方式总结了风险评估体系的整体架构和数据标准，包括在风险评估中的数据可用来源等问题，这一文件沿用至今，是其进行风险评估的技术基础。欧洲环境署于 1998 年出版了《环境风险评价：方法、经验与信息来源》一书，该书详尽介绍了环境风险评价的概念、发展以及该方法在环境管理中的应用，同时，该书归纳总结了环境风险评价方法，深入分析了健康风险评价和生态风险评价的内容，并探讨了在工业实例中的应用。此外，该书还从软件模型、组织机构、数据库、刊物书籍和网络等方面，罗列了环境风险评价所需信息的来源、获取渠道和方式。

2000 年，欧盟出台了《关于环境风险防范原则的公报》，对环境风险防范做了进一步要求，包括每个阶段最充分、最可靠地判断不确定性程度；基于风险评价和潜在影响的评价做出决策；风险评价应赋予利益相关者均等的选择机会并保证其透明性。2003 年欧盟出台了《健康和生态风险综合评价技术指南》，建议和指导成员国进行风险防范。2004 年欧盟提出了《欧洲环境与健康行动计划 2004-2010》，该计划指出要确保对潜在的环境和健康风险采取积极的识别和应对措施，加强关于风险的技术交流，调整减小风险的相关政策。此外，欧盟第七框架计划（2007-2013 年）中将环境健康风险评价方法和决策支持工具的研究以及相关政策的制定列为优先解决事项。REACH 法规（EC 2006）自 2007 年起生效，被认为是世界上最严格的化学品法律之一。它旨在确保对人类健康和环境的高度保护水平。

目前，欧盟的环境健康风险评价主要体现在《欧盟 REACH 法规实施指南》中的《信息要求与化学安全评估指南》中，但该技术指南仅适用于化学物质的风险管理。2000 年 11 月，欧洲委员会食品科学委员会发表了《SCF 关于食品中二恶英和二恶英类多氯联苯风险评估的意见》。此外，欧盟成员国在污染场地风险评估方面也制定了风险评估的专项技术导则。2005 年，欧盟委员会正式委任欧洲标准化技术委员会 292 工作组（CEN/TC 292）开展“关于建筑产品指令中规定的危险物质评价方法标准”（M/366）的研究。该研究任务主要针对建筑产品中可能释放出来而污染土壤、地表水和地下水的有机和无机污染物的环境影响建立评价方法，包括建筑产品（材料）的浸出方法的标准化程序。目前，CEN/TC 292 已完成了“废物特定应用场景下再利用的环境影响评价方法”标准制定（ENV-12920）和包括水泥基材等建材、废物固化块中污染物浸出程序的统一方法。欧盟药品管理局 EMEA 以及食品与药品管理局 FDA 已经颁布了对新合成或者已经存在的化学品进行环境风险评价的总则和指南，是以环境预测浓度（PEC）与预测无影响浓度（PNEC）比值为基础的。2011ECHA 发布首批 CoRAP 草案。根据既定的风险评估标准，ECHA 确定了纳入 CoRAP 计划的首批物质清单，共 91 个，初步定于 2012—2014 年分批接受成员国的检查和评估（REACH Regulation (EC) No1907/2006 (Articles 44 to 48)）。2022 年 3 月，ECHA 发布的 2022-2024 年 CoRAP 更新列出了 27 种可能对人类健康或环境有危害的物质。

（5）日本

日本的环境风险评价工作主要针对化学物质展开。20 世纪初期，日本出台了一系列关于改善工作环境，保护工人健康的法律法规以及有毒害物质生产禁令，标志着日本国内风险评价与风险管理工作的开始。水俣病、痛痛病和四日市哮喘病等震惊世界的环境公害事件爆发后，日本在环境健康评价和管理方面开展了大量工作。1973 年，日本颁布了《公害健康被害补偿相关法律》，规定造成污染的企业要对受害人进行补偿。目前，日本环境省（Ministry of environment, MOE）的环境健康部门下设有环境风险评价办公室，专门开展针对化学物质的环境风险评价工作，从而为 MOE 制定风险减小对策提供科学依据。同时，日本国立研究所下设环境与健康研究中心，主导诸如以健康和环境安全等问题为导向的科研项目研究，目的是建立健康和环境风险的评估体系。同时，在日本《土壤污染对

策法》中明确规定，当土壤受污染程度超出标准值时，需要开展风险评价，并依据评价结果科学地采取合理的风险管理措施和进行污染治理。在日本最新制定的基本环境计划中还将减少化学物质引发的环境风险作为优先的政策规划。

（6）澳大利亚

20 世纪 90 年代中期加拿大、英国、澳大利亚等国相继提出并开展生态风险评价研究。生态风险评价研究主要集中在化学污染物和重金属对土壤的影响，澳大利亚国家环境保护委员会于 1999 年也建立了一套比较完善的土壤生态风险评价指南，其 B5 部分是生态风险评价指南专题。在人体健康风险评估方面，澳大利亚卫生部于 2002 年首次发布了《环境健康风险评估：环境危害的人体健康风险评估指南》，并于 2012 年更新，该指南规定了环境健康风险评估的一般性方法学，适用于各种环境健康危害因素，包括化学因素、物理因素（如辐射、噪声）和生物因素。

（7）加拿大

在人体健康风险评价方面，于 1988 年 6 月正式生效的《加拿大环境保护法》，在其第二部分即“有毒物质”规定中，提供了对列于环保法上的优先物质进行人类健康风险评价和控制的方法，并提出了确定某种物质是否对人体健康“有毒”的要求。此外，加拿大环境部还根据此法修订了其优先物质生态风险评估的指导手册，为加拿大开展优先物质生态风险评价工作以及风险沟通部分提供指导。1996 年，加拿大颁布了《生态风险评价框架》，这是加拿大全国污染场所修复的一般指南，并提出了两种修复方法。1997 年，加拿大发布了《风险管理：决策者指南》，该指南提供了一个全面的决策流程，有助于决策者识别、分析、评估和控制所有类型的风险，包括健康和​​安全。此外，加拿大还发布了《风险分析要求和指南》和《环境风险评价研究导论》，前者主要强调危险物质或过程暴露的职业风险，后者则主要强调环境风险评价是公司环境政策的一部分。

（8）我国相关标准制定情况

根据中国国家标准化管理委员会和国家市场监督管理总局运维的“国家标准信息公共服务平台”网统计，截止到 2020 年 1 月 15 日，我国现行国家标准共 37428 条，行业标准 66107 条，地方标准 43313 条，而其中环境保护相关国家标准 1949 条、行业标准仅 93 条，远远低于行业内实际的标准需求，其中危险

废物领域标准缺乏问题更加严重，标准的缺失为行业的规范化发展和风险把控造成了严重的困难。

我国的风险评估工作较美国起步稍晚，但国家的重视使该项工作得以迅速发展。生态环境部非常重视环境风险管控工作，近年陆续发布了《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发〔2010〕113号）、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号）等一系列加强环境风险管理的文件，积极推进环境影响评价体制改革、环保发展新要求和环境风险防控新形势，着力提升导则的科学性与实用性。其中《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）于2004年发布，2018年再次修订。建设项目环境风险评价管理的重点在于提出合理有效的环境风险防范措施建议，为后续管理工作提供基础，提出企业突发环境事件应急预案编制或完善的原则要求。水利部水环境监测评价中心于2010年发布了《生态风险评价导则》（SL/Z 467-2009），适用于各种物理、化学、生物等胁迫因子引起的生态风险评价。全国危险化学品管理标准化技术委员会（SAC/TC 251）于2017年发布了《化学品风险评估通则》（GB/T 34708-2017）。国家市场监督管理总局于2023年发布了《城市生态风险评价技术指南》（GB/T 43236-2023）。国家卫生和计划生育委员会于2017年发布了《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》（GBZ/T 298-2017）。国家卫生健康委员会于2019年发布了《大气污染人群健康风险评估技术规范》（WS/T 666-2019），于2021年发布了《化学物质环境健康风险评估技术指南》（WS 777-2021）。生态环境部（原环境保护部）于2014年发布了《地下水污染健康风险评估工作指南（试行）》（环函办〔2014〕99号），2015年发布了《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》（HJ 740-2015），于2017年发布了《环境污染人群暴露评估技术指南》（HJ 875-2017），于2018年发布了《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准》（HJ 25.3-2019），于2020年发布了《生态环境健康风险评估技术指南 总纲》（HJ 1111-2020）、《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》、《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》、《化学物质环境与健康风险表征技术导则（试行）》等，这些标准的颁布与实施对我国具体领域风险评估工作的科学性和规范性起到了支撑作用。

3.2.2 环境风险评价研究进展

1970 年代开始，人们开始关注自然灾害、工业生产事故、化学品和食品安全等，被动吸烟、乱用荷尔蒙、移动电话对人体的影响、全球气候变暖等也逐渐被列入关注的范围。20 世纪 80 年代初，美国开始注意环境治理方面投入产出的效益问题，大量资助科学家们研究如何在不确定性的条件下进行合理的决策。这样，作为一种基于科学原理之上的风险评估系统框架被提了出来，以帮助人们理解和管理各种各样的风险。从 1989 年起，风险评价的科学体系基本形成，并处于不断发展和完善中。

人们在日常生活和生产中从事的任何活动都存在风险，风险分析作为一项新兴的技术，越来越被广泛的应用于各个领域、各个行业以及科研理论研究中。针对不同风险类型对应有不同的风险评价方法和评价内容，例如金融投资类风险评价；城市再生水健康风险评价；持久性有机污染物、危险废物或其他有害化学物质的生态风险评价；油库、核电站、大坝、化工等建设项目和设施的综合风险评价；气象、地质等自然灾害造成农业减产等风险评价；信息安全性评价；转基因食品安全性评价等。

起初的风险评价主要限于人群健康风险评价（也称人体健康风险评价），近几年来，生态风险评价也被人们所重视。相对来说，人群健康风险评价的方法已经基本定型，生态风险评价还处在总结、完善阶段，有许多问题和技术需要进一步研究。目前，国内外环境风险评价类型往往因评价对象和评价范围不同而存在较大差异，但是无论开展何类型的风险评价，其在评价内容和评价程序上或多或少会有相似和重叠，即围绕人体健康、生态环境和事故概率三个方面，采用相应的评价方法进行环境风险评价，差异之处只存在于其评价目标的侧重点上，对环境风险的解释也由此而不同。这种普遍性和共性即为环境风险评价的内涵，可以将环境风险评价内容概括为危险源评价、人群健康风险评价、生态风险评价。

随着对危险废物认识的深入了解，国民环保意识增强，危险废物环境风险评价应运而生。危险废物利用处置环境风险评价的诞生既是国家生态环境保护的迫切需要，也是环境科学发展的必然结果，现在已经有越来越多的国家和相关国际组织重视危险废物利用处置环境风险评价，为此，相关领域的机构和学者开展了

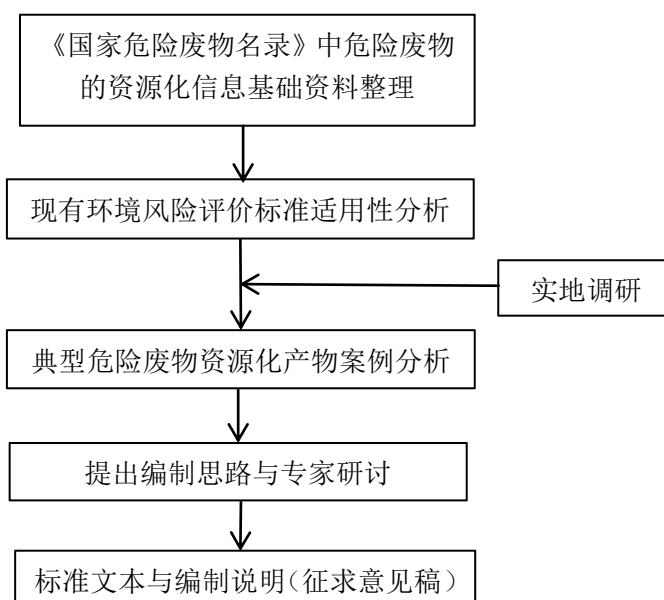
大量的工作。作为一种分析、预测和评价过程，风险评价本身具有一套适用范围较广的定性、定量和半定量评价的技术方法。随着风险评价应用领域的逐步拓展，风险评价方法也产生差异，出现了一系列针对不同风险评价类型的评价体系和适用技术，提高了风险事故预测和事故后果评价的准确性。将风险评价应用于环境污染防治领域，并建立适用于预测、评估危险源、环境污染后果而形成了环境风险评价，其与工程项目和设施的事故风险评价、传统的人群健康风险评价之间，在方法、内容和时间上存在着叠加、涵盖或交叉的关系。

在制度层面，世界主要国家都以法律或强制性国家标准的形式规定，危险废物利用必须保证利用过程的污染物排放和利用产物中的有害物限值满足一定要求，环境影响和环境风险可接受。配合制度实施，这些国家也分别规定了相应的技术规范，用于帮助推导基于风险的排放限值和有害物限值，如美国环保署(EPA)制定并颁布了一系列风险评估相关指南并委托中西部研究所(MRI)开发危险废物管理风险评估方法;英国开发了固废产物和产品风险评估技术规范及配套的软件工具包。我国生态环境保护部针对环境污染及环境风险评价也出台了相关政策，如《固体废物再生利用污染防治技术导则》等，其主要目的是规范固废回收项目的建设 and 运营，提高生态环境质量。

除相关制度和规范以外，国内外很多学者对典型废物利用处置过程污染物的排放采用相关的数理统计分析方法进行了风险评估。英国、美国等以数学模型的形式把模糊数学分析、类神经网络、回归和聚类分析方法应用于环境科学，极大地促进了数学模型在环保工作中的推广和应用。为能够准确描述和反应化学物质的暴露途径及其剂量—响应关系，国内外学者在大量毒理学实验的基础上构建了化学物质毒性数据库，开发了一系列预测模型和计算机仿真软件模拟污染物质在环境介质中的迁移转化规律和暴露途径。这些数据库和评价模型是人群健康风险评估方法的有机组成部分。随着科技的不断进步，数学模型结合数据科学技术使得一系列的大气质量模型应运而生。国际上常见的大气质量环境风险评价模型包括 AERMOD、CALPUFF、ADMS、CMAQ 等。我国的环境健康风险评估在 20 世纪 90 年代初起步并不断发展，发展初期我国的大气环境风险预测模型主要是引进国外成熟的模型，后续也相继开发了一系列大气环境风险评价软件如 Risk System、Aermod System 等。

3.3 标准编制的技术路线

本标准编制采取的技术路线如下图所示。通过对危险废物的资源化整体情况以及识别危险废物资源化产物应用的主要问题，结合我国危险废物资源化环境管理的要求，明确编制的总体思路 and 方向。首先通过对《国家危险废物名录》中列入的 467 种危险废物的来源、主要有害物质，资源化技术、典型资源化产物、资源化产物中存在的有害物质，可能的利用场景，有害物质在利用过程的迁移转换途径，替代原料或产品的相关标准等基础信息进行整理汇总。选择典型危险废物资源化产物进行案例分析，结合实地调研与专家咨询，开展开题报告编制、标准各个阶段(征求意见、送审、报批、发布)文本和编制说明编制等。



4. 标准的主要条款及编制依据

4.1 范围

本文件规定了危险废物资源化产物环境风险评价的术语和定义、总体要求，以及危害识别、暴露评价、危害表征、风险表征、不确定性分析、环境风险基准、评价报告编制等要求。

本文件适用于危险废物资源化产物作为产品、替代原料或燃料管理和使用前的环境风险评价。其他工业固体废物资源化产物作为产品、替代原料或燃料管理和使用前的环境风险评价可参考本标准。

4.2 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和行业标准等规范性文件。

4.3 术语和定义

在本标准应用时，需对危险废物、危险废物资源化产物、风险评价、危害识别、暴露评价、暴露场景、评价受体、危害表征、风险表征、致癌风险、危害商、预测无效应浓度、不确定性等进行明确界定，以更好的理解标准，避免标准内容的混淆。

➤ 危险废物 **hazardous waste**

危险废物是需要首先界定的术语，以明确标准的适用对象，“危险废物”的定义引自 HJ 5085.7 定义 3.2 条“危险废物”。

➤ 危险废物资源化产物 **products from hazardous waste recycling**

从产物类别对危险废物经资源化产物进行了定义。

➤ 风险评价 **risk assessment**

对风险评价进行了定义，危险废物资源化产物的风险主要为其在暴露过程中有害物质产生的不良影响的计算或估算过程。

➤ 危害识别 **hazard identification**

危害识别是风险评价的第一步，本标准从对人体健康、生态实体及其相关属性产生不良影响类型、性质和程度，定义有害物质的识别和确定的过程。

➤ 暴露评价 **exposure assessment**

暴露评价是风险评价的第二步，本标准定义了暴露评价需要包含的内容。

➤ 暴露场景 **exposure scenario**

暴露场景确定是暴露评价的第一个步骤，本标准中“暴露场景”的定义引自 HJ 1111-2020 定义 3.4 条“暴露情景”。

有害物质经由不同方式迁移并到达评价受体接触面的一种假设性场景描述，即用来辅助评估和量化暴露发生的一系列事实、推定和假设。

➤ 评价受体 **receptor of assessment**

确定评价受体是风险评价尤其是生态风险评价中非常重要的步骤，本标准中“评价受体”的定义引自 SL/Z 467-2009 定义 3.5 条“评价受体”。

➤ 危害表征 **hazard characterization**

危害表征是风险评价中评价受体发生的有害效应，本标准中“危害表征”的定义引自 HJ 1111-2020 定义 3.2 条“危害表征”。

➤ 风险表征 **risk characterization**

对风险表征进行了定义，明确需定量判别有害物质对评价受体造成风险的程度。

➤ **致癌风险 carcinogenic risk (CR)**

致癌风险是有害物质对人体健康产生的重要风险之一，本标准中“致癌风险”的定义引自 HJ 25.3 定义 3.5 条“致癌风险”。

➤ **危害商 hazard quotient (HQ)**

危害商是有害物质对人体健康产生的非致癌影响的评估指标，本标准中“非致癌风险”的定义引自 HJ 25.3 定义 3.6 条“危害商”。

➤ **预测无效应浓度 predicted no effect concentration (PNEC)**

预测无效应浓度是用来估算生态风险的重要指标，本标准中“预测无效应浓度”的定义引自《化学物质环境与健康危害评估技术导则(试行)》定义 3.8 条“预测无效应浓度”。

➤ **不确定性 uncertainty**

本标准中的不确定性主要用于定性及定量分析风险评价结果中不确定因素造成的结果偏差。

4.4 总体要求

本部分规定了危险废物资源化产物环境风险评价基础数据获取、暴露途径的选择、暴露场景的建立、评价受体的确定以及危险废物资源化产物中有害物质监测的要求。

(1) 4.1 条根据《生态环境健康风险评估技术指南》(HJ1111-2020)中 5.3 确定数据获取方法，提出根据评估目的和评估类型，采用文献资料、模型预测、实验研究或现场调研等方法获取所需资料，在此基础上，增加了国内外相关数据库的获取。

根据《化学物质环境与健康暴露评估技术导则》中 4.1 科学性原则：基于合理假设，运用科学的理论与方法，结合我国特征的暴露参数开展暴露估算，确保评估结果科学性、准确性和可靠性。《化学品风险评价通则》(GB34708-2017)中 3.1 信息有效性的要求：化学品评估前应广泛收集相关信息，评估时应使用可获取的最合理可信的科学信息，并确保信息的可靠、相关、适用和及时。综合以上信息，提出本标准应确保信息的真实性、可靠性及适用性原则。

(2) 4.2 条根据《化学品风险评价通则》(GB34708-2017)中全面评估的要求：评估时应考虑到所有可能的危害(例如畸形和慢性的风险，癌症和非癌症

的风险，对人类健康和环境的风险等)。评估前准备与信息收集的要求：应了解的信息主要包括理化性质、健康危害与环境危害信息、用途、可能的暴露途径、使用数量等相关信息。综合以上信息，考虑到本标准评价对象为危险废物资源化产物，因此，本标准提出，在开展风险评价时应全面考虑危险废物资源化产物中有害物质的来源、特征、可能的迁移转化路径和评价受体的潜在暴露途径等。

(3)《化学品风险评价通则》(GB347082017)中对暴露评估的要求中提出，暴露评估包括环境(水环境、陆生环境和空气)或人群(即工人、消费者或通过环境非直接接触的人群)暴露或可能暴露于化学品的评估。所以，暴露评估的对象非常广泛，需要全面考虑。因此，在4.4条中提出风险评价范围应根据评价受体的分布情况、有害物质可能对环境产生危害的范围等综合确定。若评价范围外存在需要特别关注的评价受体，评价范围需延伸至所关注的受体。

(4)1983年，美国NAS发布了红皮书：联邦政府风险评估：管理过程，提出了风险评估采用“四步法”。次年US EPA发行的《风险评估与管理：决策框架》确定了风险评估的基本框架。针对人体健康风险评估过程中应用各类技术方法，US EPA发布了一系列支持性技术规范。虽然EPA风险评估最早关注的主要是人类健康风险(特别是致癌风险)，但是EPA将其评估的风险界定为对人类健康或生态环境的有害影响的概率，即EPA所评估的风险，既包括了通过生态环境而损害人类健康的风险，也包括了损害生态环境本身的风险。就生态环境风险的评估而言，早在1992年，EPA即颁布了《生态风险评估框架》，在1998年又颁布了《生态风险评估指南》。2003年颁布的《累积性风险评估框架》，同时包括了人类健康和生态环境的累积性风险的评估。同样，危险废物资源化产物在应用中，不仅对人体，对生态实体也存在环境风险。因此，本标准在4.5条中提出，危险废物资源化产物环境风险评价包括健康风险评价和生态风险评价，其中评价受体包括人体的应开展健康风险评价，评价受体包括生态实体的应开展生态风险评价。

(5)在4.6条对评价程序、步骤进行了规定。参考美国EPA发布的红皮书：《联邦政府风险评估：管理过程》，以及我国发布的《化学物质环境健康风险评估技术指南》(WS777-2021)、《化学品风险评价通则》(GB34708-2017)、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)等风险评估标准中提出的评价

程序，确定本标准健康风险的评价程序为危害识别、暴露评价、健康毒性评价、风险表征四个步骤，生态风险评价主要包括危害识别、暴露评价、生态效应表征、风险表征四个步骤。

4.5 危害识别

本部分规定了有害物质的识别、有害物质的筛选以及有害物质的采样检测。

(1) 在《化学物质环境健康风险评估技术指南》(WS777-2021)中提出，健康危害识别通过环境监测、现场调查等方法获取环境介质中化学物质的清单及其时空分布特征，结合毒性数据库以及流行病学研究、临床试验研究、动物实验等研究证据，初步识别环境介质中是否存在可能危害人群健康的化学物质，收集并整理化学物质毒性信息、健康危害等证据资料。在《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》(GBZT298-1027)中提到，危害识别是发现、确认、描述工作场所化学有害因素职业危害的过程，其任务是识别工作场所存在的化学有害因素，及其对接触职业人群是否引起职业性损伤，以及损伤发生的条件。资料收集包括有害因素和各种理化参数，现场调查生产工艺及化学有害因素的基本情况，主要包括可能产生化学有害因素的工艺流程、原辅料的规格及使用量、中间产物、产品和副产品的产量、储运方式。《化学品风险评价通则》(GB34708-2017)中对危害评估中规定，危害识别包括了解其健康危害和环境危害数据。危害识别所需的信息主要来源如下：a) 安全技术说明书制造商或供应商提供的化学品安全技术说明书或标签；b) 试验/检测；c) 已发布的法规和标准；d) 科学技术资料；e) 事故报告；f) 专家意见；g) 其它。

综合以上文件，最终确定了本标准 5.1.1 条、5.1.2 条的主要内容。

(2) 危险废物资源化产物的采样方法应按以下次序确定：优先采用资源化产物同类产品、所替代原料或燃料相应标准中所规定的采样方法；若无相关标准，则根据资源化产物同类产品、所替代原料或燃料所属行业和物理形态，参照 GB/T 6679、GB/T 6680、GB/T 6681 中规定的采样方法。考虑到本标准中危险废物的危险特性，提出了本标准 5.2.1 条对危险废物资源化产物采样的要求。

(3) 5.2.2 条提出危险废物资源化产物中有害物质含量的检测应优先采用的方法，无相应标准的，应参照 GB 5085.3、GB 5085.6 中规定的检测方法。

(4) 5.2.3 条提出尚无有害物质检测方法标准依据的，宜参考国内外权威实

验室机构提供的方法开展检测。

(5) 危险废物资源化产物作为一种产品使用，除了应进行产品质量监测外，由于其原料来源为危险废物，存在危险特性，因此，在 5.2.4 条中提出，危险废物资源化产物还应进行有害物质的监测，监测频次应符合《固体废物再生利用污染防治技术导则》(HJ1091-2020) 的要求。

4.6 暴露评价

(1) 《生态环境健康风险评估技术指南》(HJ1111-2020) 在确定暴露情景中提出，根据评估目的，通过情景分析和现场调查，确定人群暴露于目标环境因素的暴露情景。包括目标环境因素及其来源、暴露路径、暴露途径、暴露人群、暴露事件、暴露时间、暴露频率等条件和假设。因此，本标准在 6.1.1 条中提出，暴露评价应包括的内容。

(2) 6.1.2 条提出了危险废物资源化产物应确定可能存在的暴露场景，评价受体应根据调查附近人群、生态实体及其相关属性的相对方位、距离、活动方式等信息来确定。

(3) 6.1.3 条提出应考虑所有暴露场景的全部暴露途径的全面性要求和选择最敏感受体的要求。标准起草组根据《国家危险废物名录(2021年版)》中列出的危险废物信息，经过大量文献信息细聊的查找，整理汇编了附录 A 中危险废物资源化产物常见暴露场景，主要信息包括资源化产物的应用行业、用途、暴露场景描述、暴露途径及评价受体。资源化产物的应用行业、用途、暴露场景可参考标准文本中附录 B 确定。应用行业分析部分依据《国民经济行业分类》(GB/T 4754) 中行业分类，根据危险废物资源化产物的用途识别资源化产物的主要应用行业为农林牧业、矿业、制造业、建筑业、生态保护和环境治理业以及生活领域。

4.6.1 健康暴露评价

(1) 《化学品风险评价通则》(GB34708-2017) 在暴露评估中提出，暴露评估包括环境(水环境、陆生环境和空气)或人体(即职业人群、消费者或通过环境非直接接触的人群)暴露或可能暴露于化学品的评估。可能暴露于化学品的人群以及预期的暴露途径中包括：职业人群(职业性暴露)的暴露途径通常为经呼吸吸入和皮肤接触暴露；消费者(暴露于零售的消费产品)的暴露途径为经口摄入、经呼吸吸入、皮肤接触暴露。因此，6.2.1 条中提出经口摄入、经呼吸吸入、

皮肤接触的三种直接暴露途径，通过环境介质（水环境、沉积物、土壤环境、大气环境）以及食物链的间接暴露。同时提出，除非有充分证据证明某暴露途径不存在，或风险为可接受水平，都应展开暴露评价。

（2）根据《化学品风险评价通则》（GB34708-2017）中对暴露评估的要求，暴露人群为职业人群、周边居民或通过环境非直接接触的人群。因此，本标准 6.2.2 条提出将评价人群分为职业人群、周边居民和经由环境介质间接暴露的人群。职业人群应根据成人期的暴露，评估有害物质的风险；周边居民应分别考虑普通人群和敏感人群（包括儿童、孕妇、老人及慢性病人）的暴露，评估有害物质的风险。

（3）6.2.3 条根据《化学物质环境健康风险评估技术指南》（WS777-2021）中暴露量评估的内容，确定了附录 C 中所列的，经口摄入途径、经呼吸吸入，皮肤接触的暴露量计算公式。

（4）《生态环境健康风险评估技术指南》（HJ1111-2020）在暴露浓度的确定中提到，暴露浓度的确定方法包括：a）直接监测环境空气、室内空气、室内积尘、土壤、食品、饮用水等介质中目标环境因素的浓度，不同介质中目标环境因素的浓度按 HJ 839 等相关标准或技术规范进行监测；b）基于目标环境因素的来源、使用、释放、转化和归趋等信息，选择合适的环境归趋模型，预测环境介质中目标环境因素的浓度及其时空分布。应根据评估目标、模型的技术能力、获取方式和使用难度等因素，选择适合的环境归趋模型。据此，提出 6.2.4 条暴露浓度的获得方法。

（5）《环境污染物人群暴露评估技术指南》（HJ875-2017）中提到暴露参数取值优先顺序为依据国家相关技术规定自行开展现场调查获得的数据、国内行政主管部门组织的大规模调查给出的推荐值、基于国内文献综合分析筛选获得的数据、国际权威组织或机构给出的推荐值。据此，提出了 6.2.5 条暴露参数应有限参考的资料顺序。

4.6.2 生态暴露评价

（1）6.3.1 条生态风险评价中根据识别的暴露场景确定受保护的生态实体及其相关属性，明确风险评价受体；评价受体应根据环境敏感目标分布情况、要保护的生态价值和评价目标等因素综合确定，评价受体的选择应符合以下原则：生

态相关性；评价受体对已知或潜在污染物质的敏感性；评价受体与管理目标的相关性；

(2) 根据《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》（公告 2020 年第 69 号）中环境和健康关键效应数据中最敏感物质的选取，确定本标准 6.3.2 条的主要内容。

(3) 《生态风险评价导则》中提出暴露表征应研究描述环境中胁迫因子时空分布特征，准确描述胁迫因子的环境存在形式、分布状况、次生胁迫因子产生情况，主要研究内容应包括：胁迫因子迁移途径；次生胁迫因子产生方式和产生机理；胁迫因子分布状况研究。应评价描述受体对胁迫因子的暴露途径、暴露强度；应采用暴露强度、暴露时间向量、暴露空间向量来表征暴露状况。据此，提出本标准中生态暴露评价方面，6.3.3 条和 6.3.4 条的内容。

4.7 危害表征

4.7.1 健康毒性评价

本部分规定对于健康毒理学参数包括的类别，依据标准《建设用地土壤污染风险评价技术导则》（HJ25.3）确定毒性参数；对于没有相关参数来源的毒性数据，根据《化学物质环境健康风险评估技术指南》（WS/T 777）分别针对有阈值效应（慢性毒性、亚慢性毒性、生殖发育毒性等）和无阈值效应（致突变性、遗传毒性、致癌性）提出了附录 D 中的估算相关剂量-反应关系参数的方法。

4.7.2 生态效应表征

(1) 7.2.1 条提出生态毒理学数据包括针对不同评价受体中生物的急性毒性数据、慢性毒性数据以及其他非生物危害效应数据等，针对每个评价对象，应选择最敏感物种的数据作为关键效应数据，如水环境选择藻类、溞类和鱼类等水生生物的毒性数据。

(2) 7.2.2 条提出针对危险废物资源化产品作为替代原料或产品使用时的生态效应表征中，应重点开展有害物质对水环境、沉积物、大气环境、土壤环境中的生物体等预测无效应浓度（PNEC）的推导。

(3) 根据评价终点的生态毒理学数据充分程度，结合《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》，7.2.3 条列出了评估系数法、统计外推法、相平衡分配法可选择作为 PNEC 的推导方法。

4.8 风险表征

4.8.1 健康风险表征

本部分根据《化学物质环境与健康风险表征技术导则（试行）》提出的，结合相关健康危害效应的可能作用模式或机制，采用致癌斜率因子法对致癌风险进行表征，采用商值法对非致癌风险分别进行表征。

4.8.2 生态风险表征

本部分结合《化学物质环境与健康风险表征技术导则（试行）》提出了生态风险表征的方法，并根据危险废物资源化产物使用特点，提出了全部有害物质暴露于不同环境介质中导致的生态风险表征的方法，见标准附录 E。

4.9 不确定性分析

不确定性分析部分规定了不确定性的来源以及定量分析的方法依据。

4.10 环境风险基准

根据美国、联合国环境规划署、欧盟、加拿大等国关于环境风险基准的研究报告，以及我国发布的《建设用地土壤污染风险评价技术导则》（HJ25.3）、《化学物质环境与健康风险表征技术导则》、《化学品风险评价通则》（GB34708-2017）、《化学物质环境健康风险评估技术指南》（WS/T 777）等标准文件，综合信息后确定，危险废物资源化产物环境风险评价的风险基准分别为：a)所有有害物质经各暴露途径产生的总致癌风险，职业人群可接受风险基准为 10^{-4} ，周边居民可接受风险基准为 10^{-6} ；b)所有有害物质经各暴露途径产生的总非致癌风险的可接受风险基准为 1；c)生态实体及相关属性可接受的总生态风险基准为 1。另外，具体危险废物资源化产物的环境风险评价可根据暴露评价识别的不同敏感受体，确定特定的环境风险基准，资源化行业也宜制定更严格的环境风险基准。

4.11 评价报告编制

参考《化学物质环境健康风险评估技术指南》（WS/T 777）标准文件对评价报告编制要求。

三、 技术经济论证、预期经济效益、社会效益和生态效益

危险废物具有高环境污染属性，需要安全有效的处理和利用，常用的处置技

术为焚烧和安全填埋技术。进入“十四五”时期，无论在高质量发展、精细化管理的背景下，还是基于碳达峰碳中和的需求，危废资源化利用是行业进一步发展的趋势。危险废物产量持续增长，也需要通过资源化渠道解决随之加剧的风险防控和污染治理问题。因此，危险废物综合利用在保护和改善环境的同时提高了资源利用效率，实现了经济效益、社会效益、环境效益的共赢，符合碳中和思路。

本标准的制定有利于危险废物资源化行业的高质量发展，一方面为更好的规范了危险废物资源化利用的风险要求，具有良好的生态效益。另一方面，本标准的制定推动了危险废物资源化产物行业的高质量发展，实现了企业对于危险废物资源化，为企业增加经济效益，实现社会效益、环境效益和经济效益的统一。

四、 采用国际标准或国外先进标准的情况

不涉及。

五、 与我国现行法律、法规和相关强制性标准的关系

《固体废物污染环境防治法》提出：“利用固体废物应当遵守生态环境法律法规，符合固体废物污染环境防治技术标准。使用固体废物综合利用产物应当符合国家规定的用途、标准”。

本标准的制定，对危险废物资源化产物的应用起到了积极作用，与我国现行法律法规和强制性标准是符合的。

六、 国外相关法律、法规和标准情况的说明（只适用于强制性标准）

不适用。

七、 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、 涉及专利的有关说明

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

九、 标准作为强制性标准或推荐性标准、指导性技术文件的建议及其理由

本标准作为推荐性标准，可用于危险废物资源化产物风险评价要求的参考，建议作为推荐性国家标准发布。

十、 贯彻国家标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

建议按照《固体废物污染环境防治法》的要求，将本标准列入危险废物资源化企业，作为产品应用的依据加以实施。

十一、 设立标准实施过渡期的理由：根据国家经济、技术政策需要和该强制性标准涉及的产品的技术改造难度等因素，提出标准的实施日期的建议（仅适用于强制性标准）

不涉及。

十二、 代替或废止现行有关标准的建议

本标准为新制定标准，不替代其它标准。

十三、 其他应说明的事项

无。

标准编制组

2024年2月

附 录 A
(资料性)
危险废物资源化产物常见暴露场景

应用行业	用途	暴露场景描述	资源化产物	暴露途径	评价受体
农林牧业	土壤改良剂	林业土壤改良剂	农业、林业用土壤改良剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
	肥料	林业用肥料	林业用肥料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
矿业	充填材料	矿区/井充填	矿井回填料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			代替水泥作为矿坑填充材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
制造业	工业替代原料	再生化学材料	再生苯酚，卤代烃溶剂，有机溶剂等	呼吸吸入	职业人群
			再生含氮盐、碳酸盐、硫酸盐、酰胺基铍酸盐等工业盐	呼吸吸入	职业人群
			精炼基础油、矿物油	呼吸吸入	职业人群
			再生乳化液	呼吸吸入	职业人群
			再生环烷酸及粗酚产品、高纯碳酸钠	呼吸吸入	职业人群
			再生乙醇、乙二醇、乳酸、含氮酸	呼吸吸入	职业人群
			再生氟化氢、液氨、氨水	呼吸吸入	职业人群
			再生硫酸亚铁或聚合硫酸铁	呼吸吸入	职业人群
			再生硫酸、硫酸铵	呼吸吸入	职业人群
再生H ₂ 、CH ₄ 和CO等可燃性气体	呼吸吸入	职业人群			

上表（续）

制造业	工业替代原料	再生金属	再生铅、铜、锌、镁、镉、汞等金属	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生镍、钴、锰、白银、钨、铂、钯、钒、钽等贵金属及稀有金属	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生稀土金属	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生氧化锌、氧化铝、氯化钙、硫酸铜、醋酸铜	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生钡盐、镍盐	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生氨水、萃取液	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生碱式硫酸铬、铬黑原料、铬粉材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
		再生非金属材料	氯碱和纯碱原料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生硅质功能材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生染料、化学改性材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			燃料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			制取氧化铝或提炼镓、锗等稀有金属的吸附剂材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			镁铬尖晶石耐火材料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			氢氧化铝无机阻燃添加剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
催化裂化催化剂、催化加氢催化剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群			

上表（续）

制造业	工业替代原料	再生非金属材料	再生硫酸镍盐、电镀溶液	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生石棉纤维	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生镍钼催化剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生晶体矿、玻璃粉末	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生锶、再生碳	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			再生砷、精白砷	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			多孔硅铝材料（合成分子筛）	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			催化剂、生物炭、纤维素酶、活性炭、再生煤、型煤、粉炭、颗粒炭	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			增湿剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			蛋白质	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群

上表（续）

建筑业	建筑材料； 建筑材料添加剂	房屋建筑业	砂石、硅酸盐水泥、混凝土及其添加剂	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			空心砖、合成砌块、球团、胶泥、耐火材料	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			微晶玻璃、陶瓷材料	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			PVC板材等聚合物填料	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
		铁路、道路、隧道 和桥梁工程建筑	沥青稀释剂	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			道路基材	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
		建筑装饰和装修 业	室外建筑栈道材料	经口摄入、呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			彩釉玻化砖	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			陶瓷制品用作建筑和道路的惰性材料 以及瓷砖	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
			外墙涂料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
生态保护和环境 治理业	水处理用填 料、吸附剂、 絮凝剂等	再生污水处理用 品	污水处理吸附剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			污泥颗粒活性炭填料	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
			絮凝剂	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群
生活领域	民用消费品 或添加剂	纸质材料	再生纸	呼吸吸入、皮肤接触	职业人群、周边居民、生态实体
注：应用行业分类来源依据GB/T 4754。					