国 家 标 准

GB/T 13589—20XX

《再生锌及锌合金原料》

编 制 说 明

《再生锌及锌合金原料》国家标准修订小组

二〇二五年 11 月

《再生锌及锌合金原料》（GB/T 13589—20XX）

国家标准编制说明

一、工作简介

1 任务来源

2024 年 9 月，根据国家标准化管理委员会发出《2024 年第七批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2024]44 号），对国家标准《回收锌及锌合金原料》正式下达了计划任务，项目计划编号为 20243053-T-610，由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂、有色金属技术经济研究院有限责任公司、葫芦岛锌业股份有限公司等单位负责起草修订，计划完成时间为 2026 年 1 月 29 日。

2 立项背景和意义

2.1 金属锌的重要性

锌是一种非常重要的战略性有色金属，金属锌具有良好的压延性、耐磨性、抗腐蚀性、铸造性，且有很好的常温机械性，能与多种金属制成性能优良的合金。锌在常温下表面易生产一层保护膜（氧化膜），利用这一特性，锌及热镀锌合金最大的用途是用于镀锌工业。锌与铝、铜等金属元素组成的锌合金广泛用于压铸件，锌与铜、锡、铅等组成的合金广泛应用于汽车、建筑、家用电器、船舶、轻工、机械、电池等行业。目前，在世界范围内，在有色金属的消费中仅次于铜和铝。

2.2 我国锌产业的发展对锌资源的需求及锌资源储量的情况

近十年来，我国锌冶炼行业得到快速发展，我国锌冶炼产能占到世界锌产量的一半。2022 年世界锌产量达到 1349 万吨，我国锌产量达到 680.2 万吨，产量首次超过世界的 50%。2023 年世界精锌产量 1386 万吨，我国锌产量累计值达 715.2 万吨，2024 年世界锌产量为 1392 万吨，中国产量 710 万吨。中国锌产量连续多年为世界第一，锌产量超过世界总产量的 50%。但中国锌矿的储量和产量于世界而言并不占优，全球锌矿资源主要集中在澳大利亚、中国、俄罗斯、秘鲁、墨西哥等国家。按 2022 年公布的储量数据计算，排名前五国家的储量已占到全球总量将近 78%。具体来说，澳大利亚的储量占比为 29%，中国为 20%，俄罗斯为 12%，秘鲁为 10%，墨西哥为 6%。全球锌矿储量和产量情况见图 1 所示。

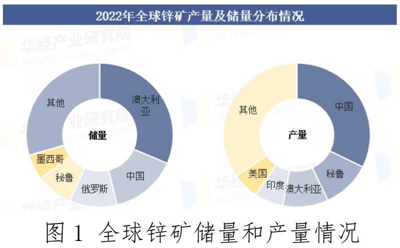

图 1 全球锌矿储量和产量情况

相对于锌产量、锌矿储量及锌矿产量，世界及中国锌消费量近几年持续保持温和增长态势，在锌金属消费上，中国也已经成为世界锌消费主力军，中国锌消费增速常年高于世界平均水平，并带动全球锌消费稳步上升，目前中国锌消费量约占全球消费总量的 50%，在中国金属锌的下游应用中占比较大的是镀锌工业，其产品广泛用于建筑、家装、汽车等领域，约占锌用量的 46%；其次为合金材，约占锌用量的 30%；而用于橡胶、涂料、搪瓷、医药、印刷、纤维等工业的氧化锌，约占锌用量的 11%；用于新型领域的干电池，约占锌用量的 13%，多以锌饼、锌板形式出现。特别是近两年，中国新能源汽车崛起拉动了国内汽车产量增加，

防腐蚀需求用锌增加，中国汽车市场份额不断提升等将会推动中国锌消费的持续增长。

目前，一方面国内锌消费量及冶炼产能的年年增长及扩大，另一方面国内锌矿资源日趋紧张，锌精矿进口量逐年上升，矿产资源对外依存度也逐年上升。近年来中国锌精矿产量情况见图 2 所示（2025E 为预测），近年来中国锌精矿需求情况见图 2 所示（2025E 为预测）。

图 2　近年来中国锌精矿产量及增速情况

图 3　近年来中国锌精矿实际需求及增速情况

由图 2、图 3 可知，中国近年锌矿产能已经严重不足，严重依赖于国际市场的供应。

2.3 再生锌资源利用现状

充分利用再生锌资源生产再生锌则可极大的缓解中国自然矿产资源的不足，也可减轻人类活动对自然环境的破坏。据资料表明，在全球的锌消费中，至少有至少 60%左右的锌是可以收回的，在世界范围，目前美国的含锌二次资源利用情况是最好的，再生锌产量占到了其国家锌总产量的 50%以上，与此同时，中国的精炼锌产量世界第一，但中国锌资源再生产业确一直发展水平较低，不成规模，有资料显示，中国再生锌产量占锌总产量比例不足 20%，根据中国物资再生协会发布的《中国再生资源回收行业发展报告(2024)》数据显示，2024 年中国再生锌产量为 130 万吨，中国再生锌产量占全球再生锌产量的约 7%，究其原因在于大量的再生锌资源没有得到很好的回收利用，而再生锌资源没有得到很好的回收利用的原因主要在于没有一个明确的指导性文件对再生锌资源进行规范，这对中国再生锌资源回收利用起到消极作用。

在再生锌原料主要来自锌及锌合金压铸行业、锌材加工行业及其他工业领域报废的含锌零部件、报废的锌及锌合金铸件，有色冶炼行业和钢铁行业各类含锌灰、渣。

图 4　可利用的锌资源情况

废料类别	含锌量
热镀锌渣	85%-95%
废旧压铸件	90%
锌加工、机加工废料	95%
废旧干电池	15%-22%
钢铁厂含锌烟尘	15%-40%
锌渣、灰	3%-10%
冶金行业产生的含锌泥渣	3%-70%

这些可利用的锌资源有一部分回收后通过拆解-破碎分离-分选可直接生产再生锌，还有一部分含锌灰、渣需要经过火法富集、除杂等预处理加工后，可满足再生生产要求。

2.4 项目立项的意义

由于中国和世界锌冶炼加工技术的发展和锌消费都发生了较大的变化，国内 2007 年发布的国家标准 GB/T 13578 -2007《锌及锌合金废料》文件更多的是对锌及锌合金废料进行了分类和分级，仅对部分种类的锌金属废料做了夹杂物的要求，而且随着金属锌及锌合金使用领域的不断拓展，再生锌及锌合金原料来源日趋广泛，种类多样、形态各异，可能混有夹杂物、附着物、污染物等，如随着原料直接入炉生产，则将对环境和产品品质造成极大的影响，而海关面对进口的各类再生锌及锌合金原料，也因无明确的技术性文件指导，没有相关工作依据加剧了海关工作的困难性。可以说，如果没有相关标准规范管理，不仅会造成资源及环境的损失浪费，也会影响中国锌产业的健康发展。为了能从源头杜绝生产过程中对环境的污染响应党中央、国务院对进口废物的管理，确保进口到中国的再生锌及锌合金原料越来

越“干净”，规范国内外再生锌及锌合金原料的回收利用和贸易，需要对再生锌及锌合金原料进行科学分类和检验，需要与之配套的技术性要求文件，因此制定、发布、实施《再生锌及锌合金原料》标准是非常必要的。

简而言之，《再生锌及锌合金原料》的制定有利于促进国内再生锌资源的循环利用，有利于减少自然矿产资源的依赖促进锌生产加工企业对节能减排，减少碳排放，有利于海关及再生锌行业企业对再生锌原料进行更加精准的判别与检测，有利于环境保护，能更好地服务于国家制造业和经济社会绿色发展。

3 项目编制组单位及工作情况

3.1 项目编制组单位简介

深圳市中金岭南有色金属股份有限公司是以铅、锌、铜等有色金属生产为主业国际化经营的上市公司，韶关冶炼厂为其下属的铅锌生产企业。公司成立于 1984 年 9 月，1997 年 1 月在深圳证券交易所挂牌上市（股票代码：000060），注册资本 22.13 亿元，现已发展成为中国铅铅行业龙头企业、世界铅锌矿业旗舰企业之一。公司集有色金属采、选、冶、加工、新材料、贸易、金融、工程技术、环保为一体多行业综合经营，原为中央所属企业，曾先后隶属于中国有色金属工业总公司和国家有色金属工业局，现为广东省属企业。

公司拥有国家级技术中心，设立了“博士后科研工作站”、“院士工作站”。公司为国家高新技术企业，拥有享受国务院特殊津贴的专家共 18 人。多年来，公司共获得省部级以上科技奖励 120 余项，其中国家级奖励 14 项：包含科技进步一等奖 2 项、二等奖 8 项、三等奖 3 项，技术发明二等奖 1 项。目前持有自行研究开发所获得的专利近 300 项，其中发明专利 76 项。拥有世界先进、国内首创的大规模锌氧压浸出生产线，对我国铅锌冶炼生产工艺的改造和技术提升具有示范性的推动作用。公司连续多年名列中国企业 500 强，为广东省高新技术企业、高新技术产品出口先进企业，其旗下的韶关冶炼厂是国内最具影响力的 ISP 火法炼锌企业也是国内首家采用 ISP 火法工艺的锌冶炼企业。韶关冶炼厂始建于 1966 年，历经多年的发展，目前已实现了工业废水零排放，废气超低排放，废渣资源化利用，在工艺技术、装备水平、环境保护等方面处于国内行业先进水平，拥有有色金属冶炼、深加工到综合回收、环保治理等多项自主知识产权及核心技术，现已成为我国南方重要的铅锌冶炼生产基地。目前工厂主产品有铅锭、锌锭、锌系列合金、银锭、粗铜和工业硫酸等，铅锌年产量超过 20 万吨。

3.2 项目开展工作情况

3.2.1 标准立项

2022 年 5 月全国有色金属标准化委员组织召开《全国有色金属标准化技术委员会论证会》，其中重金属分标委会会议对深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂在会上提交的标准立项申请报告开展了讨论，会上针对当前国内再生锌原料生产经营使用的实际情况进行了充分沟通，广泛征求了参会专家的意见，会上充分讨论了申请单位的立项申请材料，并顺利通过专家审议，立项予以通过，会后经过公示同意由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂负责标准的修订工作，并启动了该项标准的修订申报工作，同时组织开展了大量的前期研究及相关调研工作。

3.2.2 任务落实

2024 年 9 月 29 日，国家标准化管理委员会发出《2024 年第七批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2024]44 号），标准修订任务正式下达计划。为顺利完成该项标准的修订工作，韶关冶炼厂于 2024 年 10 月上旬在韶关冶炼厂召开了标准修订内容落实的工作研讨会，传达了有色标委会关于标准修订的工作要求，会议讨论并明确了标准修订方向并进行了相关工作安排。同月主编单位与各参编单位相继开展工作联系，与各参编单位充分讨论后确定了《再生锌及锌合金原料》标准的总体修订框架和修订要求，并组

织成立了标准修订编制小组，主编单位根据与参编单位达成度共识及工作任务制定了工作计划和工作进度安排，明确了各参与单位的工作职能和任务，并安排了标准起草相关工作。

表 1　本标准主要起草单位及工作职责

主要起草单位	工作职责
深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂 有色金属技术经济研究院有限责任公司	查找收集国内外再生锌及再生锌合金资源回收利用情况、海关进出口情况等相关资料；组织开展调研活动；征求意见，框架搭建、工作协调、完成文件的整合、编辑工作。
葫芦岛锌业股份有限公司 河南豫光锌业有限公司 株洲冶炼集团股份有限公司	检测检验相关的资料收集、分析，相关数据的调研、汇总、分析，对标准修订工作提出意见及建议、开展标准文本核对。
肇庆南都再生铝业有限公司 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司 江西金铂铼资源循环新技术有限公司 云南驰宏锌锗股份有限公司	再生锌及再生锌合金原料中金属原料部分的数据收集、实验、分析、验证等工作及标准文件修订意见和建议。
广西梧州市永鑫环保科技有限公司 泸溪蓝天高科有限责任公司 扬州新达再生资源科技有限公司	再生锌及再生锌合金原料中氧化锌富集物部分的数据收集、实验、分析、验证等工作及标准文件修订意见和建议

3.2.3 起草阶段

在标准文件编写前期，标准编制小组充分调研了现有标准的使用情况，存在问题等，整理收集资料，确定编写的技术要求。2024 年 6 月由有色金属技术经济研究院有限责任公司组织了主编单位及各参编单位共同成立了调研小组去了国内多家再生锌原料回收利用企业实地调研，了解企业生产运营状态，收集企业对再生锌原料的需求，听取了企业对再生锌行业的看法和建议，为标准的修订收集了很多有意义的资料。主编单位收集、整理、分析了国内外再生锌资源情况及再生锌及锌合金生产、贸易的情况，通过对再生锌及锌合金行业的现状及发展趋势分析、旧标准使用存在的问题，根据生产、使用、贸易企业的需求及监管部门的要求，标准编制小组编制确定了标准编制的整体框架及重要修改内容。整体框架及重要修改内容如下：

（1）旧标准中各类规范性引用文件很多已废止或更新，没有对危险物及放射性污染检测相关的文件引用，伴随原料使用、贸易企业对技术需求及监管部门的监管要求，类似危险废物鉴别、原料的检测分析方法、原料放射性污染检验规程等都要进行更新及补充。

（2）旧标准中对回收的锌及锌合金废料分类已不适合目前再生企业和相关贸易的需求，结合实际应用特点应对再生锌及锌合金原料进行合理分类。

（3）旧标准中对回收的锌及锌合金废料并没有提出专门的技术要求，仅在分类中对部分类型的废料提出了夹杂率和锌含量的要求，这与市场对原料的品质需求不符，也对监管部门的监管工作增加了难度，新的《再生锌及锌合金原料》应根据市场实际情况制定具体的技术指标及检验要求。这有利于生产企业、贸易商对原料品质的把控，有益于监管部门的监管工作。

经参编单位多次讨论，编制小组结合调研企业的意见、市场实际情况、收集的相关数据分析 ，形成了《征求意见稿》及《征求意见稿编制说明》。

3.2.3 讨论及预审阶段

2024 年 9 月，在《征求意见稿》基础上，标准编制组再次发起标准修订调研工作，对河南豫光金铅集团有限公司、株洲冶炼集团有限公司、水口山有色金属集团有限公司、陕西

东岭冶炼有限公司、白银有色集团有限公司、葫芦岛有色金属集团有限公司、桂阳银龙科技有限责任公司、湖南省锐驰环保科技有限公司、济源市金驰矿业贸易有限公司、西南能矿集团股份有限公司等10家涉及生产、回收再生锌资源及利用再生锌资源生产再生锌的企业开展调研征求意见。随后，标准编制小组对调研回函反馈的意见和建议以及收集的相关资料进行了充分的讨论，在此基础上形成标准讨论稿。

2024年10月，由全国有色金属标准化技术委员会组织在南京召开了标准工作会议，在会上对标准讨论稿进行了深入讨论，会后标准编制根据专家意见对标准文件结构、术语和定义、原料分类、技术要求等作了进一步的优化。

2025年3月，在完成标准技术内容优化的基础上标准修订小组再次向河南豫光金铅集团有限公司、肇庆市大正铝业有限公司、陕西东岭冶炼有限公司、白银有色集团有限公司，桂阳银龙科技有限责任公司、湖南省锐驰环保科技有限公司等11家涉及生产及利用再生锌资源的企业发出调研函征求意见。收到回函8份合计15条意见，编制小组根据调研企业反馈的相关意见和建议对标准内容进行了调整。主要优化及调整的内容有：

（1）对规范性引用文件进行优化；

（2）对术语和定义中各别名词的定义进一步优化，确保定义的准确性；

（3）对技术要求中原料品级和化学成分再进一步做数据调研和分析

（4）对重要指标夹杂物补充夹杂物含量的测定要求

2025年4月初，标准编制小组根据优化及调整的要求及国内再生锌原料的生产厂家的生产现状、技术水平及用户的实际需求情况结合企业调研意见，完成了再生锌及锌合金原料标准《预审稿》及《预审稿编制说明》。2025年4月17号，有色标委会在昆明组织了预审工作会议，近二十家企业数十名与会专家对再生锌及锌合金原料标准《预审稿》及《预审稿编制说明》开展了热烈讨论，并形成相关会议纪要。

预审工作会议后，编制小组根据会议的要求，对标准文件进行了修改和补充，主要修改和补充的内容如下：

（1）针对市场需求、预审会议专家建议及监管部门的建议，增加了涂层、挥发物、非锌金属、锌及锌合金实物量等术语的定义，通过准确定义术语，消除了标准执行过程中的模糊性和理解歧义。

（2）对再生锌及锌合金原料的分类按照表观特征、原料来源和预处理加工方式再次进行了优化，优化后的分类更加符合市场实际。

（3）对挥发物的检测方法、金属原料的入厂检验做了优化。

（4）对金属原料中锌及锌合金的实物量及金属回收率进行数据补充及验证。

修改、补充、优化后形成了《送审稿》及《送审稿编制说明》。

3.2.4 审定阶段

2025年7月8日在长春进行的有色标委会工作会议中对《送审稿》及《送审稿编制说明》进行讨论及审定。本次审定会共计20家单位的40名专家对《送审稿》及《送审稿编制说明》进行了认真审定，共提出20条修改意见，编制小组会后按照专家的修改意见进行了修改，完善了《送审稿》及《送审稿编制说明》。

3.2.5 报批阶段

标准编制组对标准文本和编制说明进行完善，形成标准报批稿报送全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）秘书处，上报至国家标准化管理委员会审核、发布。

二、标准修订原则

1、要充分考虑国内外再生锌资源的状况和特点，促进再生锌资源的综合利用和社会效益最大化。

2、要充分考虑国家生态环保相关法令法规和企业生产、贸易实际，促进国家循环经济

的发展，促进企业减少对矿产资源的依赖和矿产资源的开发对环境的破坏，促进再生锌资源回收利用企业合理使用再生原料积极采取环境风险管控措施，保障国家环境生态安全。

3、《再生锌及锌合金原料》标准，要统一考虑国内外市场的供需情况，术语、定义和分类兼顾海关、商检和市场习惯，避免引起不必要的混乱。

4、标准文本在起草过程中要完全按照GB/T 1. 1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写。

5、在修订本标准主要技术指标时，综合考虑再生锌及锌合金生产企业和上下游用户的利益，以及便于海关等第三方的检验判别，从而寻求最大的经济、社会效益，充分体现标准在技术上的先进性和合理性。

6、要有利于提高标准的适用性，并坚持在再生锌资源商贸活动及再生锌资源回收利用方面具有较强的可操作性。

三、主要技术内容的确定

《再生锌及锌合金原料》标准修订考虑到既要有利于再生锌及锌合金原料资源的综合回收利用减少自然矿产资源的依赖，满足再生锌及锌合金生产企业的使用要求和商贸便利，还要符合国家相关的法律、法规、政策的要求，也要便于海关等第三方检测机构的工作，由于2007版的标准文本并没有对文本中的术语进行定义，在标准使用过程中，不同性质的单位和实际使用人员经常会对文本的术语理解有误，根据各方的相关反馈意见，为便于标准的使用，因此本次标准修订的一个重要内容就是在标准中增加了14个术语和定义，方便使用者正确理解标准文件和使用标准文件，此外，还对原料类别、技术要求、实验方法、检验规则等方面进行了修改和完善，具体情况如下：

1 增加了术语和定义

GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》中没有术语和定义导致标准文件使用者对标准内部分名词的理解因使用场景不同而造成理解偏差。因此在本次标准修订中增加了14个术语（再生锌及锌合金原料、样品、夹杂物、涂层、挥发物、非锌金属、锌及锌合金实物量、金属回收率、化学成分试样、放射性污染、拆解、破碎分离、分选、处理）。

在定义上，对新增加的14个术语进行了定义，新增的定义有助于标准使用者在进行商贸、检测和生产使用中准确理解和判断、不产生歧义，有助于相关工作的开展。14个新增定义分别为：

（1）再生锌及锌合金原料　recycling material for zinc and zinc alloy

回收的金属锌和锌合金及其制品经分类和预处理加工后,满足可直接生产利用要求的锌及锌合金原料。

注：锌合金是指以锌为基体金属，加入一种或几种元素以获得某些预定特性的合金，常加的合金元素有铝、铜、镁、硅、稀土元素等。

（2）样品　representative sample

从整批原料中抽取，并能充分代表原料属性特征的一定量实物。

（3）夹杂物　foreign substance

GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》中没有对夹杂物的定义。在《再生锌及锌合金原料》中，对夹杂物定义为：在生产、收集、包装和运输过程中混入原料中的非金属物质。(注：包括废木料、废纸、废塑料、废橡胶、废玻璃、石块及粉状物(粉尘、污泥、结晶盐、金属氧化物、纤维末等),但不包括包装物及在运输过程中使用的其他物质）。优化后，《再生锌及锌合金原料》中对夹杂物的定义清晰,明确了夹杂物包括的具体物质,避免了模糊及歧义。

（4）涂层　coating

涂在原料表层的有机材料。（注：涂层一般包括标识油漆、防锈漆、绝缘层等。）

（5）挥发物　volatile substance

在350℃的温度下经过适当的加热处理，可从原料中自然分离出的物质。

注：包括以下物质：

——附着于原料上并且在交货过程中可识别的游离水，称为水分。原料在生产、收集、包装、贮存或运输过程中均可能带来水分。

——附着于原料上的油脂、乳化液等有机物质。

该定义直接引用自GB/T 38470—2023。

（6）非锌金属 non-zinc metal

在生产、收集、包装、贮存和运输过程中混入原料中的锌及锌合金以外的其他金属物质。（注：非锌金属一般包括钢铁、铝及铝合金、铜及铜合金等。）

（7）锌及锌合金实物量 physical quantity of zinc and zinc alloy

单位质量的样品，去除夹杂物、其他挥发物和非锌金属后的锌及锌合金量占原样品重量的比值。（注：以质量分数表示）

（8）金属回收率 metal recovery rate

单位质量的样品，经预处理去除夹杂物和非锌金属，熔化去渣、凝固后，所得铸块质量占原样品质量的比值。（注：以质量分数表示）

（9）化学成分试样 chemical composition sample

原料中直接抽取或熔融后制取的，用于检测铜及其他元素含量的试样。

（10）放射性污染 radioactive contamination

存在于原料表面上的不希望有的放射性物质的量超过其天然存在量，并导致技术上的麻烦或辐射危害。［来源：SN/T 0570-2022,3.4］

（11）拆解 dismantling

从回收的锌及合金金属原料中分离出含锌部件的工艺过程。（注：例如从电器、设备、汽车零部件中分离出含锌部件，从锁具、小五金中分离出的含锌部件等。）

（12）破碎分离 crushing and separation

将拆解出来的含锌部件经专用设备进一步切碎、压碎并分离的工艺过程。（注：例如从含锌部件破碎分离出塑料、木材、陶瓷、绝缘层等夹杂物。）

（13）分选 sorting

拆解、破碎分离后的含锌部件，去除夹杂物后，按形状和合金类别进行分拣的工艺过程。

（14）处理 treatment

对分选后含锌金属物件进行清洁（去油污）、干燥、打包的工艺过程。

新增加术语和定义主要原因在于:明确高品质原料的主要项目,比如锌及锌合金实物量、金属回收率、夹杂物等，同时本标准文件增加了预处理方式以明确再生锌及锌合金原料是需要经过有效分选、拆解、破碎分离或预处理的。体现可直接生产利用。

2 对再生锌原料的类别重新做了划分

2.1 原料的分类规则

与GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》相比，《再生锌及锌合金原料》按类别、表观特征、原料来源和预处理加工方式对原料进行了重新分类。具体分类如表2所示。实行原料的分类，一是便于在实际生产过程中，针对不同需求的产品使用不同的原料，减少有价金属的资源浪费。二是利于原料的分类处理、装运和检验检测等。

与GB/T 13589—2007《锌及锌合金废料》相比，再生锌及锌合金原料将原料优化为两类。GB/T 13589—2007中第一类和第二类都是金属原料，但仅仅只是按形貌分为了块状原料和屑状原料,而第三类的锌及锌合金灰渣中有相当部分的物料是属于不能直接生产再生锌的原料，需要进一步的预处理加工富集后才能使用，按YS/T 1093—2024《回收锌原料》的定义，这部分原料应属于回收锌原料而不是再生锌原料。因此，在本次修订中通过从原料

的表观特征、原料来源及预处理加工方式来进行分类更加科学和符合市场实际。

表 2　再生锌及锌合金原料的类别、名称

类别	名称	表观特征	原料来源	预处理加工方式
块料	金属锌块料	金属锌经破碎、分选等加工处理，去除杂物后获得的金属锌块料，形状包括块、板、片、饼、棒、管等及不规则形状破碎块料	包括加工制造企业在生产过程中的余料、残次品及从机器设备、交通工具、家用电器、卫浴水暖、阀门仪表、建筑装潢等中回收的金属锌铸件、零部件及其碎料	拆解-破碎分离-分选-包装
	锌合金块料	锌合金制品经拆解、破碎、分选等加工处理，去除杂物后获得的锌合金块料，形状包括块、板、片、饼、棒、管、铸件等及不规则形状破碎块料	包括加工制造企业在生产过程中的余料、残次品及从机器设备、交通工具、家用电器、卫浴水暖、阀门仪表、建筑装潢等中回收的的锌合金铸件、零部件及其碎料	拆解-破碎分离-分选-包装
屑料	金属锌加工屑料	金属锌在车、铣、钻、刨、切、锯等加工过程中产生的屑料	锌及锌合金在机械加工过程中产生的余料	分选-包装
	锌合金加工屑料	锌合金在车、铣、钻、刨、切、锯等加工过程中产生的屑料	锌合金在机械加工过程中产生的余料	分选-包装

2.1.1 表观特征

原料的表观特征，从直接外观形貌上看，再生锌及锌合金原料有两种形态表现，一是金属块料，金属块料又可分为金属锌块料和锌合金块料；二是金属屑料，也分为金属锌加工屑料和锌合金加工屑料。符合本文件规定的金属锌块料，是金属锌及其制品经破碎、分选等加工处理，去除杂物后获得的块料，形状包括块、板、片、饼等及不规则形状破碎料；符合本文件的锌合金块料是锌合金制品经拆解、破碎、分选等加工处理，去除杂物后获得的锌合金块料，形状包括块、板、片、饼、管、铸件等及不规则形状破碎料；符合本文件的锌或锌合金加工屑料，是锌或锌合金在车、铣、钻、刨、切、锯等加工过程中产生的屑料。

2.1.2 原料来源

从原料的直接来源来说，原料来源主要有两类，一类是新料，包括锌及锌合金加工及下游企业生产过程中产生的加工余料、残次品或不合格品等，这些原料都是在生产锌及锌合金产品或制品过程中直接产生的，未经使用过。这类原料通常表面清洁、干净，但在生产和回收过程中，可能会存在少量的非锌金属、非金属等物质夹杂，同时原料在产生过程中，表面通常会粘附少量的水、油等挥发性物质。另一类来源是旧料，是锌及锌合金生产制造的各类铸件、零部件、五金水暖件等制品后，作为机器设备、船舶舰艇、交通工具、日用五金、服装首饰等零配件，进入人类工业生产和日常生活中，这类物品到一定使用年限后再进行报废或自然破损报废，废旧拆解企业或人员对这类物品和含锌部件进行拆解、破碎、分选等预处理方式，这类含锌部件已丧失原有使用功能，但又可以作为原料重新循环到锌及锌合金产品的生产中。这类锌及锌合金回收料从表观来看，通常会有使用痕迹，如表面氧化、灰垢、标

识漆、防锈漆等，而且这类回收料因来源复杂，通常形状多种多样，但形状并不影响其作为再生原料的功能发挥，相关企业只需对原料的化学成分进行合理控制即可。

2.1.3 预处理加工方式

金属原料的预处理加工方式包括拆解、破碎、分选等工艺过程，拆解是指从废弃机器设备等中分离出来的含锌部件的工艺过程，例如从机械、仪表中分离出含锌部件；破碎分离是指将拆解出来的含锌部件经专用设备进一步切碎、压碎等分离的工艺过程，如从含锌部件破碎分离出塑料、木材、陶瓷、绝缘层等夹杂物；分选是指拆解、破碎分离后的含锌部件，按形状和合金类别进行分拣的工艺过程；处理是指对分选后铜物件进行清洁、干燥、打包的工艺过程。

2.1.3 对原料分类进行优化的原因

相比较 GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》的原料分类，根据市场实际情况、贸易情况和再生锌及锌合金生产情况，《再生锌及锌合金原料》的原料分类得到优化，范围更加广泛，更贴合市场需求。对原料分类进行优化的具体原因如下：

GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》中把废锌分为 3 类即锌及锌合金块状废料、锌及锌合金屑状废料及锌及锌合金灰渣，3 类废料又分为 10 个废料名称，每个名称的废料又对应 1-6 个品级。此种分类与分级存在较大的问题，其一是废料名称过多对应的品级过多，对市场中的回收活动及贸易活动造成诸多不方便。《锌及锌合金废料》把这些物料分为 3 类废料 10 个废料名称看起来很多很细致，但是问题就在于限制过于细致，示例 1：废混合锌及其锌合金废料是限定包括报废的锌及其锌合金废品、零部件、汽车化油器等，示例 2：纯锌屑是指包括纯锌在机械加工过程中产生的屑料。虽然各名称废料指向性很准确但是忽视了市场回收、贸易这些含锌物料及再生锌生产的实际情况，总有不在这些具体指向的可再生利用的含锌物料，这些物料根据旧标准无法精确分入各类废锌，市场处境尴尬。而且市场实际情况是在市场回收、贸易端及再生锌及锌合金生产端并不在意这些回收的含锌物料是汽油化油器还是锌合金零部件，市场回收、贸易端主要在意是这些物料的金属含量、是否夹杂，是否可以直接进入生产流程。其二，《锌及锌合金废料》中部分物料是不能直接应用于再生锌生产的，需要除杂、富集等预处理才行，例如Ⅲ类 锌及其合金灰渣中灰、渣的品级里均有含锌量很低的品级比如含锌 30%、20%甚至 5%的灰和渣，按 YS/T 1093-2024《回收锌原料》文件内容，这些物料属于回收锌原料而不属于再生锌原料。

综上所述，《再生锌及锌合金原料》把再生锌及锌合金原料按表观特征、来源、预处理加工方式进行分类，分类得到优化，适用范围更加广泛，更贴合市场需求。

3 对技术要求做了新增

3.1 增加对原料中的其他挥发物和锌及锌合金的实物量要求，严格了夹杂物含量要求。具体见表 4 所示。

表 4　原料中夹杂物、其他挥发物和锌及锌合金的实物量

类别	名称	夹杂物/% ≤	其他挥发物^{a}/% ≤	锌及锌合金的实物量/% ≥
块料	金属锌块料	1	0.5	95
	锌合金块料	1	0.5	95
屑料	金属锌加工屑料	1.5	2.5	95
	锌合金加工屑料	1.5	2.5	95
a 该值不包括水分。				

3.1.1 夹杂物含量（%）

锌合金块料及其碎料基本是回收的废旧锌合金铸造件、压铸件、机械仪表的零部件、汽车零件、阀门、水表、水暖洁具、锁扣锁具拉链等各类锌合金物件，其含夹杂物通常在 1%-2%；锌及锌合金加工屑料是机械加工产生的余料，在收集过程中可能会夹杂杂物进去，其含夹杂

物通常在1%-3%左右，金属锌块料及其碎料基本是纯锌物料主要来自细分工业领域的锌皮、锌片、锌饼或纯锌铸件、加工件，其含夹杂物通常在1%左右，因此GB/T 13589-2007《锌及锌合金废料》中对锌及锌合金废料中对夹杂物含量的规定是1%-3%（按不同种类品级）。但是过于宽松的夹杂物对再生原料使用企业是不利的，除了经济利益的受损，还因为夹杂物中可能存在塑料、橡胶等物质，在燃烧过程中，可能会产生二噁英等有毒有害气体，危害人民身体健康和污染环境。对夹杂物含量适度收严，不仅有利于保护环境，还能引导再生资源回收企业及相关贸易商加强对回收的再生资源环保化分选，进而为使用企业提供高品质的再生资源。而且根据调研的再生资源回收利用企业及海关近年进口锌及锌合金碎料的相关检验验收报告，多数物料中夹杂物的含量接近1%或1%左右，鉴于此，《再生锌及锌合金原料》将夹杂物收严，将金属锌及锌合金块料的夹杂物含量设定为不大于1%，金属锌及锌合金加工屑料的夹杂物含量设定为不大于1.5%。

此外，根据国家绿色行动计划的要求，尽量减少国外进口再生铜合金原料的非金属夹杂物的要求，比照国家强制标准GB 16487. 7-2017 明确规定原料中的夹杂物的质量与原料质量的比值应≤1%,其中夹杂和沾染的粒径不大于2mm的粉状物（粉尘、污泥、结晶盐、金属氧化物、纤维末等）的质量与原料质量的比值应≤0.1%。因此在标准文件“5.4 夹杂物和涂层”中还规定了“其中夹杂和沾染的粉状物(粉尘、污泥、结晶盐、金属 氧化物、纤维末等)的质量分数应不大于0.1%。”。

3.1.2 其他挥发物含量（%）

挥发物是指在350℃的温度下经过适当的加热处理，可从原料中自然分离出的物质。挥发物包括附着于原料上并且在交货过程中可识别的水分和附着于原料上的油脂、乳化液等有机物质。金属原料存在水分，部分金属原料存在油脂、乳化液等有机挥发物。氧化锌富集物因为处理工艺是采用工业炉窑火法高温处理、富集收集产出的氧化锌物料，在高温炉窑中若有有机挥发物也会挥发燃烧殆尽，因此氧化锌富集物仅存在水分。而其他挥发物是指除水分之外的有机挥发物，因此其他挥发物仅限于金属原料。

金属锌虽然最大的用途是用于镀锌防锈蚀，其次是与铜、铝等元素组成锌合金用于铸造件、压铸零部件使用，但是还是有一部分锌及锌合金材料会用于机加工，加工件用于各种不同的领域，在机加工和使用过程中，通常会使用乳化液、冷却油、切屑油、润滑油等作为冷却润滑剂，从而导致回收料表面粘附以上物质，虽然这部分用途相对镀锌、铸造及压铸使用量很小，当这类回收原料直接投炉时，一方面容易引起安全事故，另一方面也会对环境造成影响。

在标准编制过程中，编织组在不同的再生锌及锌合金金属块料中取样做了7组实验，实验情况数据见表5及图5所示。

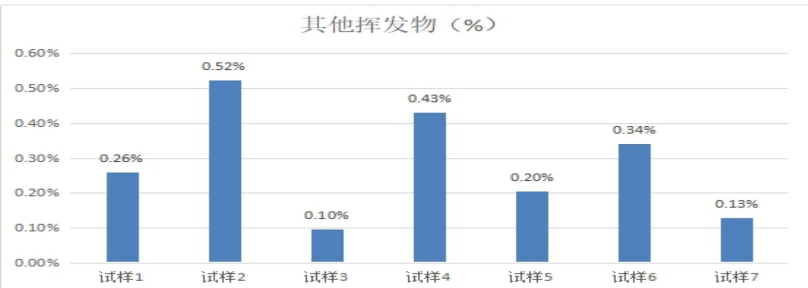

图5 再生锌及锌合金金属原料其他挥发物实验情况（块料）

在实验中，其他挥发物超过0.5%的试样占比14.29%，低于0.5%的试样占比85.71%。，不大于0.5%的试样占绝大多数。结合再生锌及锌合金金属原料其他挥发物7组实验的情况和参考《再生铜合金原料》中黄铜块料和黄铜屑料的其他挥发物限定值，最终确定Ⅰ类原料中金属锌块料及其碎料、锌合金块料及其碎料中其他挥发物的限定数值为不大于0.5%。

表 5　再生锌及锌合金金属原料其他挥发物测试记录表（块料及碎料）

序号	105℃保温 1 小时						350℃保温 35 分钟					其他挥发物（%）
	空盘重量（g）	第一次			第二次		第一次			第二次		
		烘烤前重量（g）	烘烤后重量（g）	干燥器后重量（g）	烘烤后重量（g）	干燥器后重量（g）	烘烤前重量（g）	烘烤后重量（g）	干燥器后重量（g）	烘烤后重量（g）	干燥器后重量（g）	
试样 1	535.3	1544.03	1543.08	1543.68	1543.18	1543.97	1543.97	1540.3	1541.56	1539.34	1541.36	0.259%
试样 2	530.63	1665.09	1664.38	1664.87	1663.82	1664.78	1664.78	1660.88	1659.33	1657.45	1658.84	0.524%
试样 3	534.03	1665.27	1664.75	1665.27	1664.74	1665.05	1665.05	1662.38	1663.82	1662.17	1663.97	0.095%
试样 4	534.94	1586.54	1585.86	1585.41	1585.66	1586.21	1586.21	1580.05	1582.13	1579.99	1581.69	0.430%
试样 5	535.41	1580.04	1578.23	1579.96	1579.18	1579.79	1579.79	1575.88	1577.71	1576.2	1577.66	0.204%
试样 6	530.02	1570.34	1570.00	1570.39	1569.96	1570.39	1570.39	1566.04	1567.66	1564.87	1566.83	0.342%
试样 7	534.84	1644.66	1644.08	1644.99	1643.52	1644.64	1644.64	1641.52	1643.12	1641.26	1643.21	0.129%

由于锌及锌合金机加工回收屑料在回收市场上比较少见难于取得实际的样品，而作为有色金属的锌和铜具有很多相同的金属特性，很多锌基合金中均把铜作为合金添加元素，比如各类牌号的铸造锌合金和压铸锌合金，同时铜合金中使用量最大的品种黄铜就是铜和锌组成的合金，例如H59黄铜，其锌含量最高能达到43%，锌合金与黄铜的用途及很多性能类似，因此再生锌及锌合金原料的金属屑料的其他挥发物含量可参考《再生铜合金原料》中黄铜块料和黄铜屑料的限定值。在市场上锌及锌合金加工屑料因原料来源与再生铜合金原料中的屑料来源一致，均为金属加工企业在车、铣、钻、刨、切、锯等加工过程中产生的屑料，在金属车、铣、钻、刨、切、锯等加工过程中往往需要添加润滑油等有机油脂进行润滑，屑料往往混杂较多的有机油脂，因此参考GB/T 38470—2023 《再生铜合金原料》中屑料的其他挥发物不大于2.5%，再生锌及锌合金原料Ⅰ类原料中锌及锌合金加工屑料的其他挥发物含量等同采用不大于2.5%数值设定是符合生产实际的。

3.1.3 夹杂物和涂层的实验方法

既然在技术要求中提出了夹杂物和挥发物的要求，相应的《再生锌及锌合金原料》中在“6 试验方法”中对应新增了“6.4 夹杂物和涂层”，在标准文本6.4中规定了夹杂物和涂层的实验方法，因同属有色金属原料性能接近使用用途也部分重叠并且铜还是锌合金锭主要合金元素之一，无论是块料及碎料还是屑料，再生锌及锌合金金属原料与再生铜原料及再生铜合金原料中的夹杂物和涂层性质是一样的，因此《再生锌及锌合金原料》夹杂物和涂层的检测方法等同采用了《再生铜原料》及《再生铜合金原料》的检测方法。同样的原因，无论是块料及碎料还是屑料，再生锌及锌合金金属原料与再生铜原料及再生铜合金原料的挥发物性质是一样的，因此《再生锌及锌合金原料》增加了挥发物的检测方法，方法等同采用了《再生铜原料》及《再生铜合金原料》的检测方法，并在附录A中进行了详细表述。

3.1.3 锌及锌合金的实物量（%）

锌及锌合金的实物量是指单位质量的样品去除夹杂物、其他挥发物和非锌金属后的锌及锌合金量占原样品重量的比值，以质量分数表示。

在再生锌及锌合金回收过程中，锌及锌合金的实物量是一项重要的指标，一来是因为其反映了原料本身洁净程度，二来是掌握锌及锌合金的实物量，对生产企业来说，则直接影响原料的价值和后续生产中合金成分的控制。若原料中有其他非锌金属，如铝、铁、铜等，虽然部分锌合金中也需要加入铝、铜等金属，但是需要严格按照化学成分进行配置，实际操作非常麻烦，因此，需要在投炉前进行各种预处理将铝、铁、铜等非锌金属挑选出来，再经过合理的配料计算才能使用，所以在回收再生锌及锌合金原料的过程中，锌及锌合金的实物量越高越好。

锌及锌合金的实物量体现可利用金属的含量，体现交易价值，起到商品定价的作用。回收回来的再生锌及锌合金金属原料，其锌及锌合金的实物量与混在原料中的夹杂物、其他挥发物和非锌金属有密切的关系，如果在预处理过程当中分选、分拣效果良好，夹杂物及非锌金属例如钢铁、铝及铝合金、铜及铜合金能尽可能的分拣出来其锌及锌合金的实物量是可以达到一个比较高的数值的，这对提升再生锌及锌合金金属原料的品质有较大的好处，有益于再生资源回收利用企业也有利于环境保护。锌合金与黄铜的用途及很多性能类似，《再生铜合金原料》中黄铜块料95.0%-98.5%的铜合金实物量，黄铜屑料95.0%的铜合金实物量。

在标准编制过程中，中国环境科学研究院及海关提供了大量的支持，通过多份环科院进口物质属性鉴别报告和海关技术中心鉴别报告显示进口的锌及锌合金金属原料的金属实物量均不小于95%，而所调研的资源再生回收利用企业的实际情况及编制组对回收的锌及锌合金金属碎料的实测数据也显示锌及锌合金的实物量不小于95%，结合GB/T 38470—2023《再生铜合金原料》中含锌黄铜的金属实物量，编制组认为再生锌及锌合金原料的锌及锌合金的

实物量设定为不小于95%是比较符合市场实际的。

此外，《再生锌及锌合金原料》中在“6　试验方法”中新增了“6.6 锌及锌合金实物量”，规定了再生锌及锌合金金属原料的锌及锌合金实物量的实验及检测方法。

3.2 在技术要求中新增原料中含有涂层的原料质量的要求。

锌合金作为一种重要的金属材料,因其良好的机械性能和耐腐蚀性而广泛应用于各个领域。然而，为了进一步提高锌合金的美观性和耐用性，部分锌合金制品会在其表面涂覆一层涂层。涂层包括漆料、粉末涂料和电镀层等。这些漆料为锌合金提供了良好的耐腐蚀性、美观性和耐磨性。涂层性质与铜合金表面涂层性质一样均为漆料、粉末涂料和电镀层等，涂层占金属材料比重非常小。在回收的金属原料中部分会有含有涂层的回收金属料，少量含有涂层的回收金属料直接入炉因相关原料使用单位均配置相应的环保设施，对环境影响很小，但也应对原料中含有涂层的回收料进行控制以保护周边环境。鉴于再生锌及锌合金金属原料的涂层与铜合金表面涂层性质一样，回收后都是同样要进入高温熔炉处理，因此《再生锌及锌合金原料》中金属原料中含有涂层的原料质量的要求等同采用《再生铜合金》中的规定：原料中含有涂层的原料质量应不大于原料总质量的5%。

3.3 增加了放射性污染要求

放射性污染是必须要严格禁止和隔离的,对每批次再生锌及锌合金原料,均要按照SN/T 0570-2023(进口再生原料放射性污染检验规程)进行检验，原料中的放射性污染控制应符合以下要求：

a)不应混有放射性物质；

b)原料(含包装物)的X 和γ辐射周围剂量当量率不超过所在地天然辐射本底值+0.25 μSv/h;

c)表面的 a、β表面污染水平：测量面积大于300cm²,α不超过0.04 Bq/cm²,β不超过0.4Bq/cm²。

3.5 增加了对金属原料进行入厂检验并在附录金属回收率要求

《再生锌及锌合金原料》在新增的附录B入厂检验中对金属原料中的锌及锌合金主成分（质量分数）提出要求，金属锌块料及其加工是纯锌构成，其主成分为金属锌，按YS/T 1286-2018文件，纯锌含量最低不小于97.0%，但考虑到在回收的金属原料中不可避免的会出现非锌金属，金属熔化后相关非锌金属会与锌金属熔合造成锌含量下降，因此标准文本设定金属锌块料及屑料的主成分Zn≧95%（质量分数）。而锌合金块料及其加工屑料其主要成分主要由Zn、Al、Cu、Mg等合金元素构成，实际上在一些复杂的锌合金中还有其他元素的加入，但含量都不高。同样考虑到回收的金属原料中不可避免的会出现非锌金属，因此设定锌合金块料及其加工屑料的锌及锌合金主成分Zn+其他合金元素≧98%,同时Zn≧70%，之所以把Zn设定为不小于70%是因为目前先行的GB/T 8738-2014 铸造用锌合金锭、GB/T 13818-2024压铸锌合金中Zn含量的下限大概70%左右。

之所以对金属原料其他金属元素成分没有提出要求主要因为其他金属元素中的铝、铜、镁等，原料利用企业可根据自身对原料的需求和利用水平和供方协商，供需双方可在合同中另行协商确定，这样更有利于满足不同企业的需求，有利于其他合金元素的综合回收利用，而不是一刀切,把很多企业自身的核心竞争优势无形中屑弱,这并不利于行业和企业的发展。因此，针对当前国内对再生原料的高技术水平的利用现状，本标准仅规定锌含量下限值，更符合当前国内的实际情况，更有利于促进国内再生锌资源的高效、高质利用。

金属回收率表现的是可有效回收利用的锌及锌合金含量,回收原料重熔过程中存在金属烧损情况，会影响影响金属的回收率。而锌的活性远大于铜，更容易被氧化形成氧化渣。编制小组对金属回收率开展了相关调研，调研企业的相关数据见表8、图6、表9、表10。

表 8　锌合金块料的金属回收率实验情况（调研企业 1）

序号	投入	产出				化学成分							
	称取物料重量 g	样品重量 g	锌合金锭重量 g	产出锭总重 g	回收率%	质量分数%							
						元素	Al	Si	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb
测试 1	10149.62	261.52	8910	9171.52	90.36%	测试 1	4.61	0.08	0	0.028	0.48	94.78	0.023
						测试 2	5.03	0.27	0.01	0.026	0.47	94.17	0.021
						测试 3	5.08	0.21	0	0.031	0.48	94.17	0.033
						平均值	4.9067	0.1867	0.0033	0.0283	0.4767	94.3733	0.0257
测试 2	11167.27	254.79	10357.83	10612.62	95.03%	测试 1	5.62	0.38	0.02	0.018	0.47	93.47	0.023
						测试 2	5.44	0.39	0.019	0.024	0.44	93.66	0.021
						测试 3	5.31	0.23	0.017	0.017	0.47	93.94	0.016
						平均值	5.4567	0.3333	0.0187	0.0197	0.4600	93.6900	0.0200
测试 3	10443.91	294.17	8913.13	9207.3	88.16%	测试 1	6.23	0.37	0.038	0.065	0.75	92.55	0
						测试 2	6.08	0.39	0.011	0.053	0.73	92.74	0
						测试 3	6.19	0.4	0.015	0.058	0.71	92.62	0
						平均值	6.1667	0.3867	0.0213	0.0587	0.7300	92.6367	0.0000
测试 4	10385.78	341.25	9352.28	9693.53	93.33%	测试 1	6.1	0.65	0.051	0.059	0.49	92.62	0.03
						测试 2	5.63	0.54	0.042	0.057	0.48	93.23	0.028
						测试 3	5.27	0.48	0.033	0.05	0.5	93.64	0.027
						平均值	5.6667	0.5567	0.0420	0.0553	0.4900	93.1633	0.0283

表 8　锌合金碎料的金属回收率实验情况（调研企业 1）续

序号	投入	产出			化学成分							
	称取物料重量 g	样品重量 g	锌合金锭重量 g	产出锭总重 g	回收率%	质量分数%							
						元素	Al	Si	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb
测试 5	10416.54	331.82	8971.44	9303.26	89.31%	测试 1	4.92	0.25	0.016	0.065	0.97	93.78	0
						测试 2	4.96	0.25	0.022	0.066	0.96	93.72	0.021
						测试 3	5.18	0.31	0.032	0.066	0.97	93.44	0.02
						平均值	5.0200	0.2700	0.0233	0.0657	0.9667	93.6467	0.0137

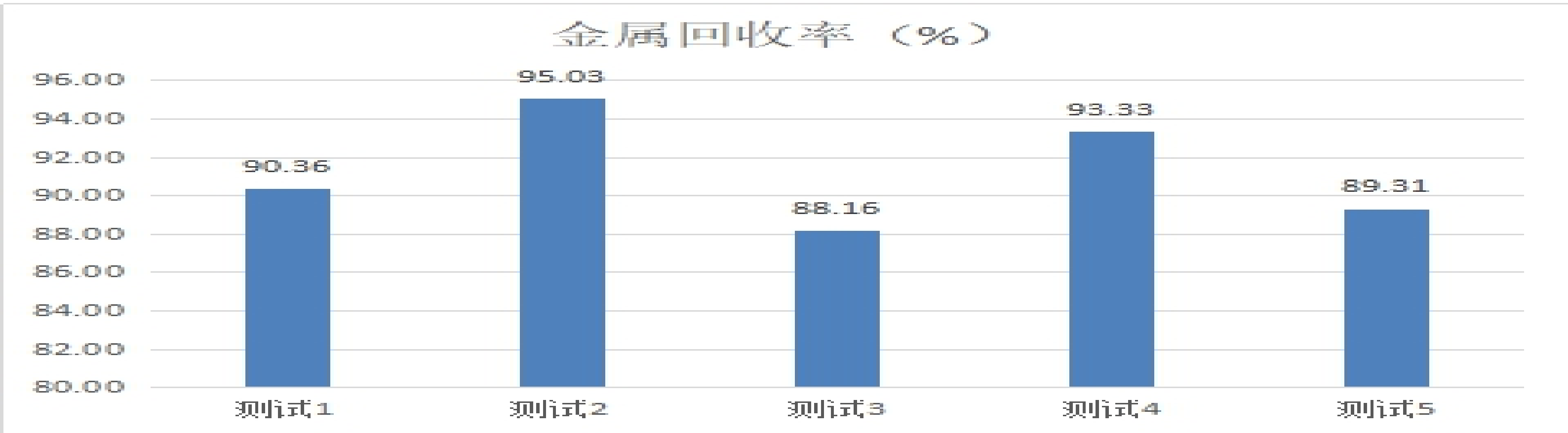

图 6　锌合金块料的金属回收率实验情况（调研企业 1）

表 9 金属锌块料金属回收率情况（调研企业 2）

金属锌及锌碎料（吨）	产出金属量（吨）	金属回收率%	渣率
131.96	125.09	94.79	5.21
122.02	115.65	94.78	5.22
47.75	45.80	95.92	4.08
109.98	105.79	96.19	3.81
39.22	37.43	95.43	4.57
16.70	15.61	93.45	6.55
149.46	147.19	98.48	1.52
153.41	148.91	97.07	2.93
116.18	109.98	94.66	5.34
37.99	36.35	95.68	4.32
20.96	19.43	92.69	7.31
29.26	27.57	94.23	5.77
52.32	51.25	97.96	2.04
50.97	50.03	98.16	1.84
146.90	142.76	97.18	2.82
154.63	148.58	96.09	3.91
165.37	161.58	97.71	2.29
163.95	155.68	94.96	5.04
109.98	105.79	96.19	3.81
53.24	50.57	94.98	5.02
138.59	136.29	98.34	1.66
115.63	112.49	97.28	2.72
38.22	35.50	92.89	7.11
66.88	63.17	94.46	5.54
117.88	114.96	97.53	2.47
112.95	108.14	95.74	4.26
122.93	117.44	95.54	4.46
135.50	130.31	96.17	3.83
137.73	134.47	97.63	2.37
116.18	109.98	94.66	5.34
37.99	36.35	95.68	4.32
18.87	18.31	97.03	2.97
39.22	37.43	95.43	4.57
35.76	34.48	96.43	3.57
30.11	28.92	96.04	3.96
40.68	38.60	94.88	5.12
39.98	38.55	96.42	3.58
102.62	100.24	97.68	2.32
42.46	40.70	95.86	4.14
平均		95.96	4.04

表 10 锌合金报废块料及回收块料的金属回收率（调研企业 3）

锌合金报废、回收料及碎料（吨）	产出金属量（吨）	金属回收率%	渣率%
58.47	54.07	92.47	7.53
47.75	45.66	95.62	4.38
109.98	105.80	96.20	3.80
115.63	112.50	97.29	2.71
117.88	113.80	96.54	3.46
112.95	108.14	95.74	4.26
124.04	114.09	91.98	8.02
106.28	100.62	94.67	5.33
47.99	45.92	95.68	4.32
40.96	37.97	92.70	7.30
38.87	37.72	97.03	2.97
49.22	46.97	95.43	4.57
26.70	24.69	92.46	7.54
29.26	27.02	92.34	7.66
16.10	15.69	97.45	2.55
15.10	14.25	94.36	5.64
22.01	20.75	94.28	5.72
23.39	21.75	92.97	7.03
28.74	27.56	95.88	4.12
平均值		94.79	5.21

从表 8、图 6 可以看出，企业 1 的锌合金块料的金属回收率最低的是 88.16%，最高的是 95.03%，平均是 91,24%；从表 8 可以看出，企业 2 的金属锌块料的金属回收率最低 92.69%，最高 98.48%，平均 95.96%；从表 9 可以看出，企业 3 的锌合金报废料、回收料的金属回收率最低 91.98 %，最高 97.45%，平均 94.79%。综合考虑各再生资源回收利用企业收到的金属原料洁净度不同、成分复杂，金属回收率如果设定值过高，市场符合要求的原料过少，需要的企业买不到原料不利于经济发展，因此设定金属锌及其碎料、锌合金块料及其碎料的金属回收率为 90%，是较为合理的。此外由于金属加工屑料更容易烧损，参考黄铜屑料 89%的金属回收率，黄铜含锌最高可达到 43%，锌含量越高越容易氧化成渣，在有色金属的熔炼过程中，锌因为活性比铜高，通常情况下其氧化渣率比铜高出 3-5 个百分点，因此锌及锌合金加工屑料的金属回收率是低于黄铜屑料的，因此锌及锌合金加工屑料的金属回收率设定为 85%是比较合理的。

五、与现行法规、标准的关系

本标准的制定与国家环保政策保持一致，技术指标符合环保要求，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准具有一致性，并无冲突。

《再生锌及锌合金原料》标准修订小组

2025 年 11 月