

《退役锂电池清洁循环利用技术规范》

编制说明

标准编制组

2022.8

一、工作简介

1.1 任务来源

本标准由中国工业节能与清洁生产协会批准立项的团体标准项目，项目名称为“退役锂电池清洁循环利用技术规范”，立项号：2021-015T-CIECCPA，计划完成年限：2022 年 12 月。

1.2 编制背景与目标

在国家政策的引导和推动下，我国新能源汽车产业发展迅猛。据高工产研（GGII）研究报告，2020 年国内动力电池产量为 83.42 GWh，在国际双碳背景下，未来动力电池产量将持续增长，同时也带动报废电池量的爆发式增长。截止 2020 年，全国锂电池累计报废量已达 47.8 万吨，据有关机构预测，到 2025 年，我国电池报废量可达 106.7 万吨。

2014 年之前，市场上虽然已有新能源汽车的身影，但报废的锂电池主要来自手机、笔记本电脑等电子产品，因其体积小、结构和组分简单、集散运输难度小，因而多由传统的镍氢、镍镉电池回收企业进行回收处理。2014 年后，新能源汽车产销量大幅增长，受此需求拉动，电池材料和电池生产企业、新能源整车产销和运营等更多的企业也逐渐进入了锂电池回收产业链，并且滋生出了许多不同阶段和规模的回收公司，但其回收水平参差不齐，容易造成回收利用率不高、资源浪费和二次环境污染问题。

因此，如何从清洁循环利用技术水平高的锂电池回收企业中汲取经验，充分结合行业特点，研制退役锂电池清洁循环利用技术规范标准，具有重大意义。通过标准可对本行业进行有效调控，优化回收企业的布局，推动行业结构的调整、工艺装备的提升，进一步提升相关技术要求，提高行业的准入门槛，促进行业实现协调和可持续发展。

2022 年 1 月 1 日即将实施的生态环境部强制性标准 HJ 1186—2021《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范》对锂电池回收企业的选址、设备工艺、功能区划以及锂电池回收利用的各阶段的污染控制技术均做出了详细的要求。该强制性标准的制订原则之一即为“鼓励采用清洁技术”。然而，国内退役锂电池清洁循环利用技术规范标准欠缺，行业内企业的清洁循环利用技术水平不均衡，急需根据行业龙头企业的先进工艺特点制定清洁循环利用技术规范标准，既能带动废锂电池回收行业良性发展，促进和优化行业向低碳、标准化发展，也可有效推动标准 HJ 1186—2021 的落地实施。

1.3 主要工作过程

本标准于 2021 年 12 月 22 日获批立项；

2022 年 1 月到 2 月，标准起草单位通过成立标准编制小组，查阅国内外相关资料，并向相关单位发送标准调研表，通过调研表向有关企业了解目前退役锂电池清洁循环利用现状；

2022 年 3 月至 4 月进行了标准编写工作。

2022 年 5 月 6 日由负责起草单位提出了工作组讨论稿、编制说明。标委会将文本与编制说明发送相关企业、专家进行意见反馈，汇总的意见情况详见征求意见汇总表。

1.4 主要参加单位和工作成员

本文件主要起草单位：广东邦普循环科技有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、全南县瑞隆科技有限公司、厦门钨业股份有限公司、重庆赛宝工业技术研究院有限公司、浙江天能新材料有限公司、池州西恩新材料科技有限公司、广东隼诺环保科技股份有限公司、贝特瑞新材料集团股份有限公司、湖南金凯循环科技有限公司、金驰能源材料有限公司、广东芳源环保股份有限公司、广东光华科技股份有限公司、中机国际工程设计研究院有限公司、武汉动力电池再生技术有限公司。

本文件主要起草人：余海军、张学梅、方俊宇、肇巍、蔡运萍、刘建安、吕喆、祝小明、张松、郁笑雯、甄爱钢、张亮、赵志安、杨徐锋、闻靓、黄伟杰、李子坤、张瑞芳、颜群轩、谭群英、周友元、胡泽星、吴芳、龙全安、谭泽、黄司平、李怡然、周小辉、明帮来、杜仁君、张宇平、黄良取。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

标准起草单位通过成立标准编制小组，查阅国内外相关资料，遵循“统一性、协调性、适用性、一致性和规范性”原则，完成《退役锂电池清洁循环利用技术规范》讨论稿（草案）和编制说明（草案）。

本着以与实际相结合，促进技术进步，资源综合利用及先进性、科学性、合理性和可操作性的制订原则。

2.1.1 符合性

本标准按照 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》的要求进行编写。

2.1.2 先进性

本标准是首次制订，没有现行的相关标准。

2.1.3 合理性

标准的内容应便于实施，并且易于被国内外同行业所引用。在标准编制过程中，充分利用多家锂电池回收企业现状，结合国家现行的对回收企业和电池回收等方面的法律法规要求来编制本标准，以更好的引导规范退役锂电池回收行业的发展。本标准是以市场为导向，并充分考虑我国现阶段的资源利用状况及已有退役锂电池回收利用现状和未来发展趋势来制订的。

2.2 主要内容

本文件规定了退役锂电池清洁循环利用过程的术语和定义、循环利用技术要求以及清洁生产绩效评价要求。

2.3 主要内容的解释和说明

2.3.1 范围

本文件规定了退役锂电池的循环利用技术要求和清洁生产绩效评价要求。

本文件适用于指导退役锂离子动力蓄电池的循环利用过程，可用于退役锂离子动力蓄电池清洁生产绩效评估。其他类型的退役锂电池可参照本标准执行。

2.3.2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 6009 工业无水硫酸钠

GB/T 26008 电池级单水氢氧化锂

GB/T 26300 镍钴锰三元素复合氢氧化物

GB/T 33598 退役动力电池回收利用拆解规范

GB/T 33598.2 退役动力电池回收利用 再生利用 第2部分：材料回收要求

GB/T 33598.3—2021 退役动力电池回收利用 再生利用 第3部分：放电规范

HG/T 4701 电池用磷酸铁

HG/T 4821 工业氯化钴

HG/T 4823 电池用硫酸锰

HG/T 5816—2020 废电池回收热解技术规范

HG/T 5918 电池用硫酸钴

HG/T 5919 电池用硫酸镍

HJ 1186 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范（试行）

QC/T 1156 车用动力电池回收利用 单体拆解技术规范

YS/T 582 电池级碳酸锂

YS/T 633 四氧化三钴

YS/T 1174—2017 废旧电池破碎分选回收技术规范

YS/T 1366 海绵铜

2.3.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1) 退役 **retired**

发生损坏或达到使用年限而终止使用。

2) 清洁生产 **cleaner production**

不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

来源：《中华人民共和国清洁生产促进法（2012最新修正版）》第二条

3) 退役锂电池循环利用技术 **retired lithium battery recycling technology**

退役锂电池从入厂，经过物理处理、湿法冶炼和材料合成后成为电池材料的一种资源综合利用技术。

4) 再生原料 **recycled raw materials**

由各种有价资源废弃物经过破碎、分选、富集、冶炼等一种或多种加工工艺处理后，得到用于再生材料生产的原料。

5) 电池用再生材料 **recycled materials**

再生原料经过深度除杂、修复或合成等加工处理后，得到的可直接供电池生产利用的材料，以单一元素表示，如：再生锂材料、再生镍材料、再生钴材料等。

2.3.4 循环利用技术要求

2.3.4.1 原则

1) 退役锂电池的清洁循环利用应遵循“减量化、再利用、资源化”的原则。

2) 在退役锂电池循环利用过程中应符合以下方面要求：

- a) 全面考虑利用各阶段对环境的影响，采取减缓负面环境影响的措施；
- b) 高效利用并节约使用能源、资源；

- c) 采用国家鼓励的先进技术和工艺,不应使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质;
- d) 使用环境性能优良的辅助材料;
- e) 加强废物管理,优先使用源削减技术,提高废物的循环利用与资源化利用效率;
- f) 退役锂电池循环利用过程中应遵循HJ 1186的要求;
- g) 鼓励将再生原料和再生材料重新用于电池生产过程。

说明:减量化、资源化、无害化是《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国循环经济促进法》所确立的固体废物处置原则。减量化,是指在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生;再利用,是指将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用,或者将废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用;资源化,是指将废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用。

《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》(工信部〔2016〕6号公告)要求“综合目前各回收企业的情况,废旧锂离子动力蓄电池材料应采用湿法冶金处理”。再生利用企业所采用的资源再生技术,应尽可能采用环保部颁布的《国家先进污染防治示范技术名录》和《国家重点环境保护使用技术示范工程名录》中的相关技术,积极采用《国家鼓励发展的重大环保技术装备技术目录》中鼓励的动力蓄电池的自动化拆解设备和资源循环利用设备。

2021年,生态环境部发布了强制性标准HJ 1186《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范(试行)》,规定了废锂离子动力蓄电池处理的总体要求、处理过程污染控制技术要求、污染物排放控制与环境监测要求和运行环境管理要求。

2.3.4.2 生产工艺与设备要求

1) 生产工艺流程

退役锂电池的循环利用技术流程见图1。

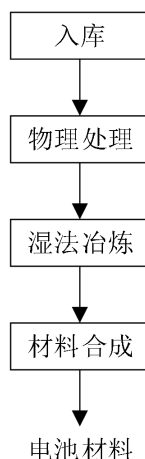


图 1 退役锂电池循环利用流程图

说明：GB/T 33598.2—2020《车用动力电池回收利用 再生利用 第2部分：材料回收要求》中对“定向循环回收处理技术”进行了定义，指“以废旧动力蓄电池为原料，经过物理处理、湿法冶炼和材料合成，将有价金属再生为电池材料，完成“电池-废电池-电池材料-电池”逆向、闭合循环利用”的技术。《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》（工信部〔2016〕6号公告）要求“综合目前各回收企业的情况，废旧锂离子动力蓄电池材料应采用湿法冶金处理”。综合以上标准、政策与行业实际状况，确定了退役锂电池循环利用的流程。

2) 入库

（1）退役锂电池入库前应进行信息采集及检测，发现存在发热、漏液、冒烟、漏电、外壳破损等情形的，应采用专用容器单独存放并及时处理，避免废锂电池自燃引起的环境风险。

（2）贮存漏液、冒烟、漏电、外壳破损等情形的退役锂电池时，贮存库房或容器应采用微负压设计，并配备相应的安全监控（如温度、烟感）、消防设施、废气收集和处理设施。

说明：为了排除电池安全隐患，最大限度避免和减少电池起火爆炸的发生，在入厂前应通过目视法进行外观检查，检查电池是否存在外壳破损，冒烟、漏液、漏电、浸水、鼓胀、扭曲变形等状况，若有，则需特殊处理。且本条款对有漏液、冒烟、漏电、外壳破损的退役锂电池的贮存做出了要求。

3) 物理处理

(1) 放电处理：放电处理工艺应符合GB/T 33598.3的第5章要求；放电设备应符合GB/T 33598.3的4.4要求，鼓励更为安全、环保的专用放电设备设施。

说明：GB/T 33598.3—2021《车用动力电池回收利用 再生利用 第3部分：放电规范》第5章对废旧动力电池的放电工艺选择及放电方法进行了规范，包含放电前的预处理，根据退役锂电池的状态选择放电工艺外接电路放电法或浸泡放电法，以及外接电路放电法、浸泡放电法的作业流程、作业要求、放电截止条件。

GB/T 33598.3—2021的4.4对废旧动力电池放电的设备设施进行了要求，包括外接电路法和浸泡放电法应配备的设备设施、测量仪器、仪表等。

(2) 拆解：电池包、模块的拆解工艺应符合GB/T 33598的要求，单体的拆解工艺应符合QC/T 1156的要求；电池拆解宜使用《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录》上推荐的“废旧动力电池自动化拆解成套装备”。

说明：拆解环节是动力电池回收利用过程中至关重要的一部分，GB/T 33598—2017《车用动力电池回收利用 拆解规范》第5章为废旧动力蓄电池拆解的作业程序，包括预处理、动力蓄电池包（组）拆解、动力蓄电池模块拆解的详细步骤，QC/T 1156《车用动力电池回收利用 单体拆解技术规范》则详细规定了动力蓄电池单体的拆解要求。

《废电池污染防治技术政策》（环保部2016年第82号公告）五 利用中明确要求“（一）禁止人工、露天拆解和破碎废电池”；《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》（工信部公告〔2016〕6号）要求新建、改扩建废旧动力蓄电池综合利用企业应选择生产自动化效率高的生产设备设施，具有机械化或自动化拆解等综合利用设备。2017年，工信部、科技部为引导重大环保技术装备研发与产业化对接，加快新技术、新产品、新装备的推广应用，提高环保装备制造业水平，促进环保产业持续健康发展，联合印发了《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录(工信部 科技部2017年第61号)》，《目录》中包含“废旧动力电池自动化拆解成套装备”。

(3) 热解：热解工艺应符合HG/T 5816—2020的5.1要求；热解装置应配备热解设备、控制系统、自动上料运输装置、尾气净化装置、循环冷却装置、自动出料及产物收集装置等；热解过程宜配备余热回收设施，宜选择天然气、电能等能源进行加热。

说明：退役锂电池电芯中包括正极材料、负极材料、隔膜、粘接剂等。隔膜和粘接剂等有机物质的存在不利于后续步骤中对有价金属的回收，因此应对此类有机材料进行热解，

将其进行去除。HG/T 5816—2020《废电池回收热解技术规范》的5.1规定了热解前后的工艺流程。

(4) 破碎分选：破碎分选工艺应符合YS/T 1174—2017的第5章要求；破碎过程应配备除尘装置，如旋风分离器、布袋除尘装置等，宜采用自动化机械设备；分选过程宜采用筛分、风选、磁选等设备；破碎分选宜在微负压系统中进行，产生的废气经收尘、废气处理后，达标排放。

说明：热解后的正负极材料通过破碎与分选工艺，可以区分其中的电极材料、铝粉、铜粉等。区分后的正极材料中含有大量的镍、钴、铜等有色金属元素，其中镍、钴属于国家战略性资源，若不对其加以合理的回收利用，必将会导致的资源浪费与环境的污染。为提高后续步骤资源的回收利用率，应对电池材料进行破碎分选，退役锂离子电池的破碎分选应符合YS/T 1174—2017《废旧电池破碎分选回收技术规范》的相关要求。锂离子动力蓄电池分选后，得到铜粉、铝粉、铁粉和冶炼用精选电极材料。

《废电池污染防治技术政策》（环保部2016年第82号公告）提出要鼓励智能化的破碎、分选技术。破碎分选技术应采用适合后续资源化利用要求的、回收利用率高的工艺，破碎过程可采用自动化机械设备；根据破碎物料的粒径、密度和磁性等差异分别采用筛分、风选、磁选等方法，使铜粉、铝粉、铁粉和冶炼用精选电极材料得到分离。

4) 湿法冶炼

湿法冶炼工艺应符合GB/T 33598.2的要求；湿法冶炼应具有浸出、除杂、提纯的全套设备，如浸出反应槽、压滤机、萃取设备等；湿法冶炼应配备安全监控及废气处理装置。。

说明：对破碎分选得到的正极材料进行浸出，对其中的金属材料进行回收，可实现有色金属材料再生成为高价值的电池材料，可避免有色金属材料闲置、低效率使用甚至流失而污染环境。浸出是将获得的电池正极材料溶解，使得电池材料中镍钴锰锂等有色金属元素溶解进入溶液当中，合理控制冶炼用精选电极材料和浸出溶液的固液比、搅拌速度等条件，提高浸出效率。除杂是采取化学手段将浸出溶液中的铁、铜、铝、钙、镁等杂质去除，并减少除杂过程中杂质元素的引入，减少镍、钴、锂等元素流失，提高产品质量；根据镍钴锰锂元素性质和工艺条件要求，选取合适的萃取剂，提纯分离原料液，生产获得符合生产需要的金属溶液。

5) 材料合成

材料合成中再生原材料的使用比例应符合表1指标要求；材料合成的产品应符合表1的国家标准或行业标准；材料合成宜采用效率高、能耗低、水耗低、物耗低的设备。

说明：材料合成是将金属纯化液转化为正极材料、前驱体等电池材料的过程。为了避免再生利用低端产能的建设，应该对材料回收最终产品的质量进行控制。定向循环回收处理技术的最终产品是电池正极材料和前驱体等材料，其产品质量应符合已发布的产品标准。为满足清洁生产的要求，企业应根据实际工艺情况采用效率高、能耗低、水耗低、物耗低的设备。

2.3.5 清洁生产绩效评价

2.3.5.1 评价要求

1) 指标分级

本文件给出了退役锂电池回收利用行业生产过程清洁生产的三级技术指标：

一级：国内清洁生产领先水平；

二级：国内清洁生产先进水平；

三级：国内清洁生产基本水平。

说明：HJ/T 425—2008《清洁生产标准 制定技术导则》中要求根据当前的行业技术、装备水平和管理水平，原则上将各项指标分为三个等级：一级为国际清洁生产先进水平；二级为国内清洁生产先进水平；三级为国内清洁生产基本水平。对于我国特有的行业，三个等级可以定义如下：：一级为国内清洁生产领先水平；二级为国内清洁生产先进水平；三级为国内清洁生产基本水平。鉴于湿法冶炼在国外应用较少，因此将三个等级定为国内清洁生产领先水平、国内清洁生产先进水平、国内清洁生产基本水平。

2) 指标体系

退役锂电池循环利用清洁生产指标体系如表1所示。

表1 退役锂电池循环利用清洁生产指标体系

指标	一级	二级	三级
一、产品指标			
镍钴锰三元素复合氢氧化物	符合GB/T 26300标准		
电池用磷酸铁	符合YS/T 582标准		
电池级碳酸锂	符合HG/T 4701标准		
电池级单水氢氧化锂	符合YS/T 798标准		
电池用硫酸钴	符合GB/T 6009标准		

指标		一级	二级	三级
工业氯化钴		符合HG/T 4821标准		
四氧化三钴		符合YS/T 1027标准		
电池用硫酸镍		符合YS/T 1366标准		
二、资源能源利用指标				
1、镍总回收率/%		≥99	≥98.5	≥98
2、钴总回收率/%		≥99	≥98.5	≥98
3、锰总回收率/%		≥99	≥98.5	≥98
4、锂总回收率/%		≥95	≥90	≥85
5、铜总回收率/%		≥90	≥85	≥80
6、铝总回收率/%		≥90	≥85	≥80
7、铁总回收率/%		≥85	≥80	≥75
8、单位产品综合能耗 (kgce/t)	磷酸铁	≤2300	≤2400	≤2500
	镍钴锰三元氢氧化物	≤2000	≤2200	≤2500
三、再生材料使用率指标				
使用比例/%	镍（Ni）	≥12	≥4	≥2
	钴（Co）	≥20	≥12	≥6
	锂（Li）	≥10	≥4	≥2
四、污染物控制指标				
大气污染物	VOCs(mg/m ³)	≤60	≤80	≤100
	二氧化硫(mg/m ³)	≤100	≤150	≤200
	颗粒物(mg/m ³)	≤60	≤80	≤100
水污染物	pH值	6~9		
	化学需氧量（mg/L）	≤200	≤300	≤490
	氨氮（mg/L）	≤10	≤15	≤25
	镍（mg/L）	≤0.2	≤0.3	≤0.5
	钴（mg/L）	≤0.2	≤0.3	≤0.8
	锰（mg/L）	≤0.2	≤0.3	≤0.8
	铜（mg/L）	≤0.1	≤0.3	≤0.5
单位产品废水间接排放量（m ³ /t）		≤30	≤50	≤70
五、废物回收利用指标				
工业固体废物综合利用率		≥90	≥85	≥80
废水循环利用率		≥90	≥80	≥70
六、环境管理要求				
1、环境法律法规标准		符合国家和地方有关法律、法规。污染物排放达到国家和地方污染物排放标准、总量		

指标	一级	二级	三级
	控制要求。排污许可证以及危险废物收集、贮存、运输和处置符合管理要求		
2、生产过程环境管理	每个生产工序要有操作规程，对重点岗位要有作业指导书；易造成污染的设备和废物产生部位要有警示牌；生产工序能分级考核。		
3、环境管理制度	按照 GB/T 24001 建立运行环境管理体系，相关环境管理手册、程序文件及作业文件等齐备	环境管理制度健全，原始记录及统计数据齐全有效	
注：相关回收率、再生材料使用率、综合能耗应按照附录A计算。			

说明：根据清洁生产的原则要求，结合锂电池回收行业特点，清洁生产指标分为产品指标、资源能源利用指标、污染物产生指标、废物回收利用指标、环境管理要求等五项指标。本指标分为定性评价和定量评价两大部分，凡能量化的指标尽可能采用定量评价，以减少人为评价差异。定性评价主要根据国家推行的产业政策选取，用于定性评价企业对国家、行业政策法规的符合性及清洁生产实施程度。定量评价指标选取了具有共同性、代表性的能反映“节约能源、降低消耗、减轻污染、增加效益”等清洁生产最终目标的指标，量化评价企业实施清洁生产的状况和水平。

本标准的指标的设置主要根据部分企业调研数据，同时参考了《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件（2019年本）》、已报批的行业标准《废弃锂电池处理处置绿色工厂评价要求》、已发布的团体标准T/CPCIF 0170—2021《废弃锂电池处理企业单位产品能源消耗限额》中部分指标，以保持标准之间的协调性。

2.3.5.2 评价程序

指标实施评价的组织应建立规范的评价工作流程，包括但不限于评价准备、组建评价组、制定评价方案预评价（适用时）、现场评价、编制评价报告、技术评审等。

2.3.5.3 评价方式

1) 评价可由第一方、第二方或第三方组织实施。当评价结果用于对外宣告时，则评价方至少应包括独立于企业、具备相应能力的第三方组织。

2) 实施评价的组织应查看受评企业的报告、统计报表、原始记录、声明文件、分析、测试报告、相关第三方认证证书等支持性文件；并根据实际情况，通过对相关人员的座谈、实地调查、抽样调查等方式收集评价证据，并对评价证据进行分析，确保受评企业的评价结果对相关指标要求的符合性证据充分、完整、准确。

3) 评价应依据国家主管部门规定、行业先进水平或相关方要求确定评分标准。

三、主要试验（或验证）情况分析

本标准提出的规范对于退役锂电池回收利用技术的提高具有良好的促进作用，可优化回收企业的布局，推动行业结构的调整、工艺装备的提升，提高行业的准入门槛，促进行业实现协调和可持续发展。

四、标准水平分析

4.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国外无相同类型的标准。

4.2 国际、国外同类标准水平的对比分析

经查，国外无相同类型的标准。

4.3 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

经查，标准与现有标准及制定中的标准无重复交叉情况。

4.4 涉及国内外专利及处置情况

经查，本标准不涉及国内外专利。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

七、标准性质的建议说明

建议团体标准《退役锂电池清洁循环利用技术规范》作为推荐性标准颁布实施。

八、贯彻标准的要求和措施建议

由于本标准反映了退役锂电池清洁循环利用技术的要求，因此可积极向电池回收企业及国内外电池回收厂家推荐采用本标准。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。