

《废弃锂电池处理企业节水技术导则》行业标准 编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1.1 任务来源与计划要求

根据工业和信息化部办公厅“《关于印发 2021 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》(工信厅科函[2021]25 号)”的要求,开展《废弃锂电池处理企业节水技术导则》行业标准的制定工作,计划编号:2021-0027T-HG,该标准将于 2021 年完成,标准由全国废弃化学品处置标准化技术委员会负责技术归口。

1.2 标准编写的目的和意义

1.2.1 落实国家节能节水政策,规范废弃锂电池处理行业,促进废水减排

2020 年 3 月 10 日,国家标准化管理委员会印发了《2020 年全国标准化工作要点》的通知,在“(四)推进制造业高端化标准体系建设”中 49 条指出:要推进研制电池回收利用相关标准,在“(八)加快生态文明标准体系建设”中 72 条指出:要优化完善污染物排放和环境质量标准,提升能效、能耗、水效等领域标准水平。

废弃锂电池处理行业是当今资源回收领域产业化关注度很高的行业,它与电池行业、新能源汽车行业、数码电子行业以及废弃物处置和回收行业都息息相关。废弃锂电池的处理过程包括了前端的物理回收(放电、拆解、热解、破碎、分选),中端的湿法冶炼回收(浸出、除杂、提纯等),终端的产品制备(三元前驱体、化工盐等),整个回收工艺流程长、跨度大,用水量大,落后的生产工艺和技术将加大对水的消耗,从而增加了废水的排放量,对于水的节约不仅涉及资源问题,还不利于废水的减排,对环境起到保护作用,同时也会降低企业对水用量的成本和废水处理的成本。

1.2.2 促进技术改造,推动企业绿色升级

目前国家正大力倡导绿色发展、可持续发展。通过本标准的实施,可以倒逼处理企业,能有力推动企业淘汰低效、耗能、耗水的设备和工艺,采用能源节约、资

源节约及环境友好的技术工艺和辅料，提高企业的技术水平，能提高企业的经济效益、社会效益和环保效益，提高企业的竞争能力，达到推动企业进行节能降耗、降本增效及绿色转型。

废弃锂电池处理行业属于高水耗行业，目前尚无相关节水标准可以参照，因此急需制定本标准规范行业行为，促进企业采用高效节水工艺，推动行业绿色发展。

1.3 标准编制工作

1.3.1 编制原则和依据

- 1、本标准遵循“统一性、协调性、适用性、一致性和规范性”原则；
- 2、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》给出的规则编写；
- 3、参考现有节水技术标准的有关术语定义、计算方法、标准框架等内容进行编制。
- 4、根据废电池处理处置和回收利用行业节水技术和实际管理要求展开编制。
- 5、根据相关企业意见和调研数据确定标准技术指标。

1.3.2 标准体系

全国废弃化学品处置标准化技术委员会标准体系框架基本情况为：顶层框架“01-294 废弃化学品处理处置”，在其下面又分为“01-294-01 基础通用”、“01-294-02 产品”、“01-294-03 方法”、“01-294-04 管理及其他”，“01-294-03 方法”又分为“01-294-03-01 分析方法”、“01-294-03-02 处理处置方法”、“01-294-03-03 泄漏处理处置方法”。《废弃锂电池处理企业节水技术导则》属于“01-294-01 基础通用”和“01-294-04 管理及其他”类标准。

1.3.3 标准编制工作过程

1.3.3.1 起草阶段

接到《废弃锂电池处理企业节水技术导则》国家标准的研制任务后，全国废弃化学品处置标准化技术委员会标准工作组在前期研究的基础上查阅了相关文献资料，检索国家和行业标准，收集、整理、对比分析了相关的技术资料，在此基础上提出了讨论草案稿。

为按时完成工作，标准编制小组分别于2021年3月23日~24日和2021年4月

27 日~29 日召开了两次制定标准工作方案会，会议分别采用网络会议和线下讨论形式，参加会议的有标委会工作组委员单位、各标准的主要起草单位、参加起草单位、标准归口单位共计 26 个单位的 34 名代表。与会代表就文献小结和标准草案稿中拟定的制定标准的设想和具体技术内容进行了探讨，结合实际情况，提出了标准的制定建议。对标准草案形成的主要修改意见如下：

1、原草案稿 4.3、4.4、4.5 条款合并调整为：新建、改建、扩建废弃锂电池处理企业工程项目严禁采用落后的、被淘汰的高耗水工艺、技术和设备；应参照本标准要求进行设计。现有废弃锂电池处理企业的高耗水工艺、技术和设备应进行技术改造，逐步淘汰。

2、4.8 中删除“浓含盐废水排水管网”独立设置要求。

3、5.7 修改为：新建废弃锂电池处理企业宜优先选择地表水及城市中水、海水等非常规水资源作为生产水水源。

4、6.1.2 条款内容调整到 6.2 中；6.3.2 条款内容调整到总则中。

5、增加“6.2.4 萃取及产品洗涤过程使用水为纯水，使用过的水经过净化处理后可作为回用水使用到其他工序中”。

6、增加第 8 章“节水技术指标”，并按不同产品段分段统计。评价指标拟定“单位产品取水量”（按各统计段的终端产品的单位产品核算）、“水重复利用率”、“废水回用率”、“冷却水循环利用率”，具体指标按企业调研数据确定。

7、根据节水技术指标要求增加相关计算公式于附录 A。

8、对现行标准中已有相关要求的条款进行简化，参照相关标准的规定执行。

1.3.3.2 征求意见阶段

2021 年 6 月由负责起草单位提出了标准征求意见稿（草案）、编制说明。于 2021 年 6 月向全国废弃化学品处置标准化技术委员会及直属工作组、相关单位发送了电子文件征求意见，并在互联网上（www.trici.com.cn）公开征求意见。

二、废弃锂电池处理处置行业基本情况

2.1 废锂电池报废情况

中国锂电池回收行业起步较晚，目前仍处于发展初期，2009—2010 年之前投入的锂离子电池主要应用于 3C 数码领域，由于技术、品质较差，早已经退役。其中多数电池由传统的镍氢、镍镉电池回收企业进行回收处理。中国的新能源汽车行业自

2014 年进入快速发展期，新能源汽车产销量得到大幅增长。一般的动力电池的使用寿命在 3-5 年左右，早期的动力电池同样因为品质的原因早早退役，退役的电池得到有效回收利用的非常少，随着国家对新能源领域政策与资金支持力度的不断加大，预计未来几年，新能源汽车领域仍将具有较高的增长率。

我国新能源汽车产业链牵动着动力电池行业的发展，锂离子电池固有的使用循环寿命为 1000~2000 次，随着时间的推移，锂离子电池报废量逐年增加。2018 年我国动力电池的总报废量为 5.9 万吨，3C 数码电池报废量 16.7 万吨；2019 年我国动力电池报废量为 13.8 万吨，3C 数码电池报废量为 20.8 万吨；我国电池报废量及预测情况见图 2。

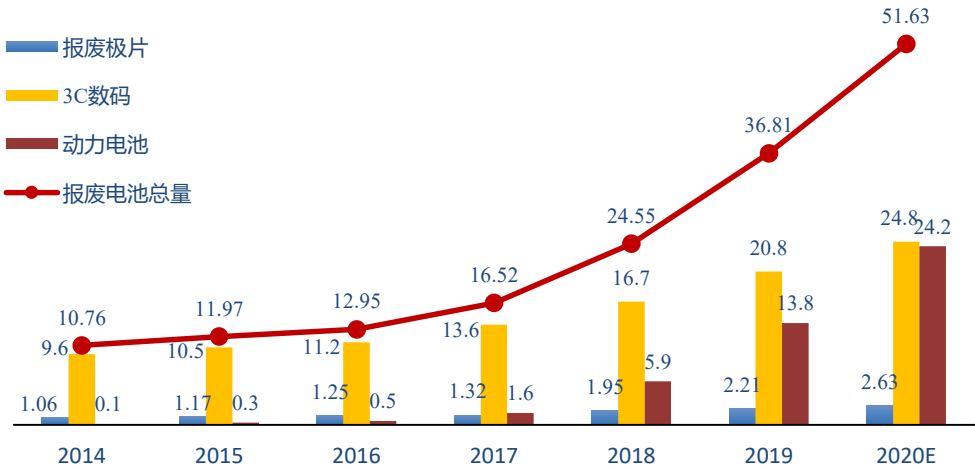


图1 电池报废量及预测

根据近几年电池产量和新能源汽车的装机容量情况，结合电池使用寿命，由于数码电子产品更新换代较快，数码锂电池的报废量仍将保持较快的增长速度，随着动力电池规模不断扩大及动力电池发展周期的加长，动力电池报废量会快速增加，预计到 2020 年动力电池报废量将达到 24.2 万吨，电池报废量将近 50 万吨，且随着电池产量的增加，报废量会持续增大，未来动力电池报废量将以强劲的上漲幅度超过 3C 数码电池的报废量。到 2023 年，报废量将达到 120 万吨。

2.2 废锂电池处理处置企业

对废锂电池进行再生资源利用，不仅缓解环境污染矛盾，还是一种重要的资源补充方式。废锂电池中富含丰富的钴、镍、锂等有价金属资源，进行回收利用后能解决环境问题，又能确保资源有效利用。目前锂电池生产领域对锂、钴的需求占比均超过了我国锂、钴资源消费结构的 50 %；而锂电池报废量的增长，废电池市场规

模巨大，锂电池资源回收利用有利于循环经济的发展。

2018 年 7 月，工信部发布了《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单（第一批），共有五家企业入选，包括湖南邦普循环科技有限公司（湖南邦普）、衢州华友钴新材料有限公司（衢州华友）、赣州市豪鹏科技有限公司（赣州豪鹏）、荆门市格林美新材料有限公司（格林美）、广州光华科技股份有限公司（光华科技）。

2020 年 12 月 16 日，工信部发布符合《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》及相关公告管理办法的第二批“白名单企业”共计 22 家，包括梯次利用和再生利用企业。

梯次利用企业包括：蓝谷智慧（北京）能源科技有限公司、天津银隆新能源有限公司、上海比亚迪有限公司、格林美（无锡）能源材料有限公司、衢州华友资源再生科技有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司、中天鸿锂清源股份有限公司、赣州市豪鹏科技有限公司、河南利威新能源科技有限公司、格林美（武汉）城市矿产循环产业园开发有限公司、深圳深汕特别合作区乾泰技术有限公司、珠海中力新能源科技有限公司、惠州市恒创睿能环保科技有限公司、四川长虹润天能源科技有限公司。

再生利用企业包括：天津赛德美新能源科技有限公司、衢州华友资源再生科技有限公司、浙江天能新材料有限公司、江西赣锋循环科技有限公司、湖南金源新材料股份有限公司、江门市恒创睿能环保科技有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、贵州中伟资源循环产业发展有限公司、厦门钨业股份有限公司。

2.3 废锂电池回收技术和工艺

2.3.1 主要回收技术概述

废旧锂离子电池是由一些重金属、有机物以及塑料组成，其中 Co 占有 5 %~20 %、Ni 占有 5 %~10 %、Li 有 5 %~7 %，有机物约占 15 %，塑料约占 7 %的质量比例，而废旧锂离子电池的回收主要关注点是正极材料中有价金属元素的回收。目前废锂电池处理处置根据电池的状况和性质，可分为梯次利用和再生利用两种路线。本标准的技术内容主要涉及其中的再生利用过程。

废旧锂离子电池再生利用是将废旧锂离子电池中有价组分根据其各自的物理、化学性质，将其分离，整个回收过程通常包括预处理过程、有价金属提取过程和产

品制备过程。不能进行梯次利用的电池，通过物理或化学的方法进行冶炼，对电池中富含的有价金属进行回收利用。再生利用工艺可分为火法处理和湿法处理两种。火法处理的工艺较为简单，通过高温的作用下烧去易挥发组分，得到金属合金产品，特点是能耗略高，产品合金纯度较低；湿法处理技术流程较复杂，但具有工艺灵活，对环境污染小的优点，已被国内外研究者广泛采用，也符合我国国情。

经过预处理得到的电极材料采用湿法对其中有价金属元素进行提取回收，湿法过程是采用酸浸、萃取、沉淀、电化学等组合工艺实现电极材料中的各金属组分分离回收。目前废旧锂离子电池回收主要以湿法冶金的方法。

国内外对废旧动力电池回收与处理，目的是有效分离电池各组分，提取纯化电池中的有价金属，同时减小废弃物对环境的污染。对于废旧动力电池的回收处理，国内外都已经建立起不同的工业回收工艺。虽然每个回收工艺可能均有差异，但采用的方法主要为物理方法、湿法冶金和火法冶金及其组合工艺。

2.3.2 典型的废锂电池回收处理工艺和用水、排水工序

典型的废锂电池回收处理工艺流程如下：

- 1) 拆解工序。将动力电池包、模块和单体的金属外壳、支架、线束等附件拆出。
- 2) 热解工序。将拆解了金属外壳、线束等附件的电池进入热解炉，采用天然气焚烧，在高温下进行热解，去除电池中的水分、粘结剂等有机物。热解工序产生的热解烟气采用碱液喷淋方式处理，产生**废水**排放。
- 3) 破碎、分选工序。经过热解的废电池，进入破碎机对电池废料进行破碎，对破碎料进行分选，分离出主要中间产品电极材料粉，副产品金属铝、金属铁、金属铜等外售。
- 4) 浸出工序。将中间产品电极材料粉采用浸取剂溶解（浸取剂采用**新鲜水**、**重复用水**配制）。电极材料粉中有价金属镍、钴、锰、锂等浸出为硫酸盐，石墨等不能溶于酸中的通过过滤分离。
- 5) 除杂工序。在浸出时，电池废料中含有的铜、铁、铝等也被浸出，一般在浸出液中加入铁粉除去铜杂质，铜杂质生成海绵铜，加入氯酸钠、氢氧化钠、碳酸钠除去铁、铝杂质，生成铁铝渣。
- 6) 萃取工序。采用萃取剂萃取浸出液中的锂、钙、镁等杂质，锂、钙、镁、锰（部分）等杂质进入萃取有机相，镍钴锰等在水相，得到含镍、钴、锰的纯溶液。

萃取剂通常采用硫酸溶液及碱液（采用**新鲜水**配制）对其进行再生处理，得到

含硫酸余液、含碱再生余液和粗碳酸锂沉淀。硫酸余液回用至浸出工序硫酸溶液的配制（重复用水），含碱再生余液回用于除铜、铁铝等除杂工序氢氧化钠、碳酸钠溶液的配制（重复用水）。

7) 配料、沉淀、烘干工序。在完成镍钴锰配比的纯溶液中加入氨水和氢氧化钠溶液，生成镍钴锰氢氧化物，采用压滤分离沉淀，产生含氨废水，含氨废水经过脱氨塔回收氨，脱氨后的废水排放。沉淀采用水洗涤，洗涤水可以回用于配制氨水和氢氧化钠溶液（重复用水）。沉淀采用蒸汽间接加热方式烘干。

四、拟定标准主要内容

4.1 范围

本文件规定了废弃锂电池处理企业节约用水的总体原则、水源和给水处理、生产工序节水、废水处理回用和节水技术指标。

本文件适用于废弃锂电池处理企业生产工序中的用水、节水、排水控制和管理。

4.2 参考文件

在标准的编制过程中，根据文本内容的编制需要对下列文件进行了规范性引用。

GB/T 7119—2018 节水型企业评价导则

GB/T 12452 企业水平衡测试通则

GB 17167—2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19923—2005 城市污水再生利用 工业用水水质

GB/T 21534—2008 工业用水节水 术语

GB 24789—2009 用水单位水计量器具配备和管理通则

4.3 术语和定义

这部分的术语除“节水技术”外均为首次定义。除 GB/T 21534—2008 界定的术语和定义之外还对“节水”、“节水设施”和“浓含盐废水”概念进行了界定。

“节水”的定义参考 GB/T 21534—2008 中 7.1“工业节水”的定义加以修改；“浓含盐废水”则参考了 HJ 2019-2012 钢铁工业废水治理及回用工程技术规范中的有关概念。

4.4 总则、水源和给水系统

总则主要是合规性的要求，同时对节水设施建设、通用节水技术和措施、节水计量、排水要求以及鼓励采取的节水或无水工艺等方面进行规定。

水源和给水系统包含了常规取水和回用水来源及有关要求。

4.5 生产工序节水和废水处理回用

目前国内涉及锂电池的处理企业在回收处理过程包括了前端的物理回收（放电、拆解、热解、破碎、分选），中端的湿法冶炼回收（浸出、除杂、提纯等）和终端的产品制备（三元前驱体、化工盐等），且不同企业涉及的处理阶段并不完全相同，因此在对工序节水描述时，为便于后续不同回收阶段的企业对节水技术指标进行统计，将主要工序按照不同的回收产品段进行了划分，同时保持与主要回收工艺的一致性，即分为：废弃锂电池物理回收（统计范围：废电池—精选电极材料粉）、废弃锂电池湿法冶炼回收（统计范围：精选电极材料粉—硫酸盐溶液）、回收终端产品制备（统计范围：硫酸盐溶液—镍钴锰氢氧化物）。对每一段中主要的节水措施给出了要求。

废弃锂电池处理中的废水主要涉及：电池废水、含氨废水和萃取废水等。其中电池废水中含有 COD、磷、锰、镍、钴等金属元素，对人体及环境有害，需进行治疗。该部分废水应排向电池废水处理系统，经调节池均质均量调节后，进入预处理池进行预处理，以除去水中大部分悬浮物、磷和氟以及镍钴锰等污染物，出水进入厌氧反应器进行厌氧反应，通过厌氧生物降解大部分有机物，出水进入缺氧池和好氧池，好氧池利用活性污泥生物降解水中残留有机污染物。处理后的废水中 COD、磷、锰、镍、钴等金属元素的残留量应不高于 0.1%，处理后的废水可用于萃取、皂化环节。

含氨废水中主要有 COD、氨氮、镍、钴、锰、硫酸盐等杂质，该部分废水应排向含氨废水处理系统。废水首先经过脱氨塔处理，脱氨塔采用蒸馏脱氨工艺，含氨废水经碱化预处理后，废水中的氨离子转变为分子态氨，然后在脱氨塔内用蒸汽做热源，使分子态氨从废水中挥发，再经脱氨塔内多次气液相平衡分离，废水中氨完全分离，并被冷凝得到氨水返回产线再利用。含氨废水经脱氨处理后进入中转储槽，然后采用膜过滤系统进行除镍钴锰，最后经硫酸调 pH 值后达标排放。处理后的废水中杂质成分不高于 0.1%之后可用于萃取或皂化环节。

萃取废水主要含有 COD、氨氮、镍、氯化物，该类废水应排向含镍废水处理系统，均质均化后抽入反应槽，同时加入 NaOH,调废水 pH 值至 9 以上，溢流后继续加入 NaOH 并充分搅拌，使废水中大部分的钴、镍等重金属离子沉淀，上清液进入沉淀池，用絮凝沉淀法除去镍、钴等重金属离子，之后采用高级化学氧化法、活性炭吸附以及多介质过滤法除去小颗粒及溶解性杂质。处理后的废水中杂质含量不高于 0.1%之后回流再利用。

根据上述情况，标准中根据不同企业情况对废水处理和回用给出了概况性要求，具体技术内容进行了合并和简化。

4.6 节水技术指标

废弃锂电池处理行业目前没有适用的取水定额标准，根据标准起草阶段企业建议和讨论结果增加了对节水技术、效果的评价指标，指标主要包括：“单位产品取水量”（按各统计段的终端产品的单位产品核算）、“水重复利用率”、“废水回用率”、“冷却水循环利用率”。

如前 4.5 所述，因不同企业涉及的处理阶段并不完全相同，因此该指标体系也根据行业现有情况按终端回收产品种类分别统计列入，如三元前驱体、化工盐等；行业内回收的前端、中端、终端可能是分开的，企业可根据自身情况整合评价要求。

指标数值主要根据起草阶段各企业提供的调研数据确定，反馈数据的 10 家企业均已入选工信部《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业白名单，具有行业代表性和先进性。鉴于企业数据涉密要求，只将主要指标统计范围列举如下：

表 1 节水技术指标要求（统计范围：废电池—精选电极材料粉）

序号	指标项目	单位	指标方向	标准指标设置	调研值范围
1	单位产品取水量	m ³ /t	≤	2	0.1~4
2	水重复利用率	%	≥	90	80~98
3	冷却水循环利用率	%	≥	95	90~100
4	废水回用率	%	≥	90	85~100

表 2 节水技术指标要求（统计范围：废电池—硫酸盐溶液）

序号	指标项目	单位	指标方向	标准指标设置	调研值范围
1	单位产品取水量 ^a	m ³ /t	≤	18	4~20
2	水重复利用率	%	≥	85	80~97
3	冷却水循环利用率	%	≥	95	90~100
4	废水回用率	%	≥	90	90~100
^a 以硫酸盐溶液产品的固含量核算。					

表 3 节水技术指标要求（统计范围：硫酸盐溶液—镍钴锰氢氧化物）

序号	指标项目	单位	指标方向	标准指标设置	调研值范围
1	单位产品取水量	m ³ /t	≤	30	20~30
2	水重复利用率	%	≥	70	60~95
3	冷却水循环利用率	%	≥	90	90~100
4	废水回用率	%	≥	90	90~97

表 4 节水技术指标要求（统计范围：废电池—镍钴锰氢氧化物）

序号	指标项目	单位	指标方向	标准指标设置	调研值范围
1	单位产品取水量	m ³ /t	≤	50	35~55
2	水重复利用率	%	≥	60	60~95
3	冷却水循环利用率	%	≥	95	95~97
4	废水回用率	%	≥	90	90~100

4.7 附录 A

附录 A 中根据废锂电池处理处置行业节水技术指标要求的设置，提供了相应的指标含义和计算公式，包括“单位产品取水量”（按各统计段的终端产品的单位产品核算，硫酸盐溶液产品以其固含量核算）、“水重复利用率”、“冷却水循环利用率”

和“废水回用率”。

五、明确标准中的专利情况

本标准不涉及任何已有专利内容，与国家及行业其他标准无知识产权和专利冲突。

六、预期达到的效益分析

通过本标准的实施，可确保废弃锂电池处理过程中涉及用水的工艺步骤做到节水，如浸泡法放电，湿法冶炼工艺中的浸出、除杂、萃取、反萃取、产品合成等。通过节水，减少废水排放量，降低了对环境的风险。

废弃锂电池处理企业节水秉持节约用水及减少废水排放的理念。通过在生产中执行清洁生产概念，对工艺进行革新，降低纯水的用量；再是将不同工艺的废水依照污染物的性质和浓度予以分别排放收集，对于高浓度废水及不易回收处理的废水排入废水处理系统，对可回收利用的排水则处理回用。

七、标准水平分析

7.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国外内无相同类型的标准。标准水平待定。

7.2 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

国内还没有废弃锂电池处理节水技术的相关现行标准，本标准是对废弃化学品处置领域标准体系的有益补充，与现行标准无冲突。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

查阅到的国内相关法规及技术标准资料有：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法、废电池污染防治技术政策（环境保护部公告2016年第82号）等。

本标准与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

九、标准性质

本项目为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准可以作为废弃锂电池处理处置行业用水、节水、排水控制和管理的标准，建议在各省市的废弃锂电池回收利用和处理处置行业范围内推广使用。