

国家标准

《车用动力电池回收利用 材料回收要求》

(征求意见稿)

编制说明

广东邦普循环科技有限公司

二〇一八年七月

目 录

一、工作简况.....	1
1.1 任务来源	1
1.2 标准编写的目的和意义	1
1.3 编制过程	2
二、标准编制原则.....	4
三、标准编制主要内容.....	5
3.1 范围	5
3.2 规范性引用文件	5
3.3 术语和定义	6
3.4 总体要求	7
3.5 污染控制要求	12
3.6 附录 A 定向循环回收处理技术	13
3.7 附录 B（回收率计算方法）	18
四、明确标准中涉及专利的情况.....	19
五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况.....	19
六、同类标准对比.....	19
七、本标准在标准体系中的位置.....	19
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....	20
九、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	20
十、贯彻标准的要求及措施.....	21
十一、现行标准废止.....	21
十二、其他应予说明的事项.....	21

一、工作简况

1.1 任务来源

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出，全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）归口。根据《国家标准委关于下达<电动汽车无线充电系统通用要求>等 14 项国家标准制修订计划的通知》文件的要求，由中国汽车技术研究中心等单位负责制定《车用动力电池回收利用 材料回收要求》国家标准，项目编号：20150677-T-339，计划完成年限 2018 年。

1.2 标准编写的目的和意义

在能源危机和环境危机的双重压力下，节能减排已成为全球汽车产业的首要任务，传统汽车产业因此日益维艰。以纯电动汽车为代表的新能源汽车迅速崛起，预计未来十年内将取得突破性进展，有望最终取代传统内燃机汽车。到 2017 年底，纯电动汽车和插电式混合动力汽车累计产销量近 180 万辆；预计到 2020 年，纯电动汽车和插电式混合动力汽车生产能力将达 200 万辆、累计产销量将超过 500 万辆。

随着新能源电动汽车的逐步产业化，车用动力蓄电池的产量将大幅提高。随之而来的问题是，动力蓄电池使用报废后该如何回收和处理。电动汽车用动力蓄电池中含有镍、钴、锂等金属材料和电解液，由于废旧动力蓄电池的体积、质量、材料、容量等有别于小型蓄电池，不恰当的回收处理会导致动力蓄电池的爆炸、短路等，危害人体健康及社会安全。此外，动力蓄电池含有各种可回收利用材料，一辆电动汽车约使用正极材料 50 公斤、负极材料 40 公斤、电解液 40 公斤，若按 2009-2011 年中国投入 10 万辆锂电池电动汽车计，2014-2018 年将催生 5000 吨正极材料、4000 吨负极材料、4000 吨电解液；若按 2020 年投入 200 万辆锂电池电动汽车计，2025-2028 年将催生 10 万吨正极、8 万吨负极、8 万吨电解液。一旦废弃动力蓄电池不能得到有效地回收处理，不仅造成资源的浪费，还对环境的污染也非常严重。

2012 年国务院发布的《节能与汽车新能源汽车产业发展规划（2012-2020 年）》提出要加强动力蓄电池梯次利用、回收管理、回收利用；发改委、科技部、环保总局在 2006 年发布的《汽车产品回收利用技术政策》要求回收拆解及再生利用过程中，要提高再生质量，扩大再生范围，减少废弃物质量。

动力蓄电池的回收利用已经引起了我国行业主管部门的高度重视。2010 年公布的

《节能与新能源汽车产业规划（征求意见稿）》，在指导思想中提出：加快培育节能与新能源汽车产业链，推进充电设施、动力蓄电池回收利用、资源开发利用等方面的协同发展；在保障措施中明确提出：制定新能源汽车动力蓄电池回收利用管理办法，设定动力蓄电池回收及再生企业准入条件，明确动力蓄电池收集、存储、运输、再生处理等环节的管理要求，研究制定促进动力蓄电池再生企业提高技术水平和环保水平的优惠政策。

据现有的主流电池技术数据显示，电动汽车用动力蓄电池寿命一般为 5 至 8 年，以 2008 年投入使用的电动汽车为例，如不考虑使用过程中因“非寿命原因”产生的报废，2016-2018 年将会迎来动力蓄电池报废的第一个高峰期。锂离子动力蓄电池因其能量高、电池电压高、工作温度范围宽、贮存寿命长等优点而成为电动汽车用动力蓄电池的首选，未来的生产和报废量将极具规模。镍氢电池主要应用于 HEV，而 HEV 将和 PHEV、EV 共存一段时间。因此，在锂离子动力蓄电池和镍氢动力蓄电池的大量应用必将带来大的生产量和报废量，锂离子动力蓄电池和镍氢动力蓄电池中含有大量的镍、钴及稀土元素，具有极大的回收价值，另外，含镍废物属于危险废物，如不妥善处理，将对环境产生诸多危害。而我国尚无针对电动汽车用废旧动力蓄电池回收的专业技术标准，因此，研制电动汽车用废旧动力蓄电池材料回收技术规范标准显得十分必要。

1.3 编制过程

- 1) 进行项目申报。
- 2) 组建《车用动力电池回收利用 材料回收要求》起草小组。
- 3) 进行调研及搜集国内外相关资料工作，撰写《电动汽车用废旧动力电池材料回收技术规范文献小结》发送至各验证单位征求意见。
- 4) 整理各验证单位意见。
- 5) 2014 年 4 月-2014 年 7 月起草小组针对现有国内外相关资料及各单位意见起草标准文本，经过 5 次内部讨论、修改最终形成讨论稿，发送至全国电动汽车标准化技术委员会。

2015 年 4 月 30 日，国家标准委员会决定对《车用动力电池回收利用 材料回收要求》等 8 项拟立项国家标准项目公开征求意见，征求意见截止时间为 2015 年 5 月 18 日。

2015 年 8 月 12 日，中国汽车研究中心在山东青岛召开了标准讨论会，包括中国汽车研究中心、广东邦普循环有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、哈尔滨华凯电能科技有限公司、谱尼测试集团股份有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、宝马（中国）服务有限公司、通用汽车（中国）有限公司、菲亚特克莱斯亚太投资有限公司、上

上海交通大学、上海汽车集团股份有限公司、捷豹路虎汽车贸易（上海）有限公司等 19 家单位的 30 位专家代表参加，讨论标准框架稿。

2016 年 3 月 17 日，由中国汽车研究中心组织，在福建宁德召开了起草小组讨论会，包括中国汽车研究中心政策研究中心、数据资源中心、标准中心，宁德时代新能源科技股份有限公司，哈尔滨华凯电能科技有限公司，格林美股份有限公司和广东邦普循环科技有限公司等 5 家起草小组的代表对本标准的讨论稿进行了讨论，并提出了修改意见和建议。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善。

2016 年 7 月 8 日，由全国汽车标准化技术委员会组织，在重庆召开标准讨论会，有来自中国汽车技术研究中心标准所、政策研究中心、数据中心，广东邦普循环科技有限公司，湖南邦普报废汽车循环有限公司，宁德时代新能源科技股份有限公司，北京赛德美资源再利用研究院有限公司，浙江超威创元实业有限公司等 30 多家单位的 60 位专家，包括新能源汽车企业、动力蓄电池生产企业、检测机构、高等院校及动力蓄电池回收企业，标准意见来源广泛，具有代表性。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善。

2016 年 11 月 18 日，由全国汽车标准化技术委员会组织，在重庆召开标准讨论会，有来自中国汽车技术研究中心标准所、政策研究中心、数据中心，广东邦普循环科技有限公司、湖南邦普报废汽车循环有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、哈尔滨巴特瑞资源再生有限公司、浙江超威创元实业有限公司、格林美股份有限公司、北京赛德美资源再利用研究院有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、中国铁塔公司和张家港再制造研究院等 10 多家单位的 20 位专家对本标准的讨论稿进行了讨论，并提出了修改意见和建议。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善。

2017 年 6 月 20 日，中国汽车技术研究中心标准所、中国汽车技术研究中心数据资源中心、广东邦普循环科技有限公司、湖南邦普汽车循环有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、哈尔滨巴特瑞资源再生科技有限公司、武汉汉能通新能源汽车服务有限公司、深圳市沃特玛电池有限公司、张家港清研再制造产业研究院有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、赣州市豪鹏科技有限公司、北京赛德美资源再利用研究院有限公司、天津猛狮新能源再生科技有限公司共 13 家单位 20 余名专家，车用动力蓄电池回收利用标准起草小组在天津召开会议，对《车用动力电池回收利用 材料回收要求》等 4 项国家标准进行研讨。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善。

2017 年 8 月 3 日，全国汽车标准化技术委员会车用动力蓄电池回收利用标准工作组

第五次工作会议在西宁召开。来自中国汽车技术研究中心标准所、情报所、数据中心、广东邦普、宁德时代、格林美、国轩高科、超威创元、赛德美、华凯电能科技、沃特玛、蔚来汽车、一汽集团、广汽集团、创为新能源、先进储能材料国家工程研究中心、科力远、清华海峡研究院（厦门）、泛亚汽车技术中心、中航锂电（洛阳）、长城汽车、上海汽车集团、东风汽车、长安新能源汽车、华晨汽车、戴姆勒、宝马、通用汽车、本田技研工业、日产、捷豹路虎、沃尔沃汽车、清华大学、力神、赣州豪鹏、天齐锂业、丰田、上汽集团、比亚迪、福特汽车、谱尼测试、北京匠芯电池科技有限公司、山东博奥斯能源科技有限公司等 48 家成员单位的近 60 名代表参加了此次会议，对《车用动力电池回收利用 拆卸要求》等 4 项国家标准的讨论稿进行了研讨。根据大会提出的意见和建议，形成会议纪要，标准编制小组对本标准进行了认真的修改和完善。

2017 年 11 月 3 日，全国汽车标准化技术委员会电动汽车分委会专家对本标准的内容和格式提出了建设性的意见和建议，标准编制小组根据其建议对标准进行了认真的修改和完善。

2018 年 4 月 27 日，中国汽车技术研究中心标准所、数据中心、试验所，广东邦普循环科技有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、绿邦（上海）环保科技有限公司、世航国际货运代理股份有限公司、深圳义为新能源科技有限公司、哈尔滨巴特瑞资源再生科技有限公司、天能电池集团有限公司、格林美股份有限公司、北京赛德美资源再利用研究院有限公司、深圳市沃特玛电池有限公司、赣州市豪鹏科技有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、张家港清研再制造产业研究院共 14 家单位 20 余名专家，车用动力蓄电池回收利用标准起草小组在山东烟台召开会议，对《车用动力电池回收利用 材料回收要求》等 3 项国家标准进行研讨。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善，形成此次征求意见稿。

二、标准编制原则

本着与实际相结合，促进技术进步，资源综合利用及科学性、规范性的制订原则，制定本标准：

（1）本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准工作化导则第一部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写。

（2）工作组内企业对修订内容进行多次征求意见，并在会上充分讨论；

(3) 起草过程，充分考虑国内外现有相关标准的统一和协调。

本标准是首次制订，没有现行的相关国家、行业标准。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，充分利用多家电池制造和使用企业对电池回收利用的需求，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，以更好的引导规范动力蓄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电动汽车用动力蓄电池回收利用现状和未来发展趋势来制订的。

三、标准编制主要内容

标准由以下部分组成：范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、污染控制及管理要求、规范性附录。

为指导和规范纯电动汽车用金属氢化物镍蓄动力蓄电池、锂离子蓄动力蓄电池单体拆解后的材料的回收利用，促进我国电池行业的可持续发展，实现电池行业的工业生态循环，针对当前国内战略发展要求有利于促进技术进步，资源综合利用。

3.1 范围

本标准规定了车用动力蓄电池材料回收的术语和定义、总体要求、处理技术要求和污染控制及管理要求。

本标准适用于车用锂离子动力蓄电池和镍氢动力蓄电池单体的材料回收。

3.2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所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。

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

GBZ 188 职业健康监护技术规范

GB 5085 危险废物鉴别标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 11651 个体防护装备选用规范

GB 12348 工业企业厂界噪声排放标准

- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范
- GB 50073 洁净厂房设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- YS/T 1174 废旧电池破碎分选回收技术规范

3.3 术语和定义

为了更好地理解和实施本标准，同一概念引用 GB 19596 的标准定义外，增加定义了回收率和冶炼用精选电极材料。

回收率，处理过程中回收利用的目标材料质量占废弃电池化学品所含目标材料的质量分数。

冶炼用精选电极材料，退役动力蓄电池经放电、热处理、破碎分选等工序富集得到的，作为资源化利用冶炼原料的电极材料。

说明：2016年1月5日，国家发改委、工信部、环保部、商务部、质检总局联合发布了《电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策（2015年版）》（发改委2016年第2号）中再生利用的定义是“对废旧动力蓄电池进行拆解、破碎、冶炼等处理，以回收其中有价元素为目的的资源化利用过程”。2016年12月26日，环保部发布的《废电池污染防治技术政策》（公告2016年第82号）第五章利用中，对废锂离子电池的利用是“鼓励采用酸碱溶解-沉淀、高效萃取、分步沉淀等技术回收有价金属”。因此，车用动力蓄电池回收利用的材料回收要求，应在安全、环保的前提下，保证有价金属元素的回收，定义有价金属元素的回收率。

电池粉料是动力蓄电池物理处理过程的最重要产品，是化学过程的主要原料，是物理处理与化学处理连接点。退役动力蓄电池按照 GB/T 33598-2017 《车用动力电池回收利用 拆解规范》要求的条件和步骤将动力蓄电池包拆解成蓄电池单体，蓄电池单体经放电、拆解、热处理和破碎分选等处理得到正极材料、负极材料和铜、铁、铝等碎屑杂质混合物料，即电池粉料；得到的电池粉料经浸出、提纯、除杂等处理得到含有镍、钴、

锰、锂纯溶液，即后续合成电池材料原料。

3.4 总体要求

3.4.1 一般要求

- a) 材料回收利用企业工厂应符合 GB/T 36132 要求，应采用国家鼓励的先进适用技术。
- b) 回收处理过程不应导致二次污染，如涉及危险废物，应取得相应的危险废物经营许可证。
- c) 不得将未经任何处理的动力蓄电池单体、电解液、粘结剂、隔膜等擅自丢弃、倾倒、直接填埋或直接焚烧。

说明：废旧动力蓄电池材料回收利用是一项复杂的系统工程，处理不当极易引起二次污染，这就要求动电再生利用企业必须有较高的建设水平，只有具备相应的资质条件、先进的技术、设备设施和专业技术人才等条件，才能保证回收利用的安全、环保，才能提高回收和资源综合利用率。目前，锂离子电池和镍氢电池（商品类小电池）的材料回收是一个成熟的行业，动力蓄电池的材料回收同样是回收材料中的有价金属，包括镍、钴、锰、稀土等，所以动力蓄电池的材料回收可以采用当前最成熟的技术，达到无害化、减量化、资源化。《中华人民共和国循环经济促进法》明确要求“在废物再利用和资源化过程中，应当保障生产安全，保证产品质量符合国家规定的标准，并防止产生再次污染”；《废电池污染防治技术政策》（环保部 2016 年第 82 号公告）鼓励研发的新技术的包括自动化、 高效率和高安全性的废新能源汽车动力蓄电池的模组分离、 定向循环利用和逆向拆解技术；《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，废旧金属氢化物镍蓄动力蓄电池材料宜采用火法冶金或湿法冶金处理”。再生利用企业所采用的资源再生技术，应尽可能是环保部颁布的《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。《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录(2017 年版)》（2017 年 61 号）中“废旧电池（含镍钴锰）资源循环利用成套装备”要求设备处理量大于 3×10^4 吨每年，其中铜箔、铝箔、石墨、正极活性物破碎分选识别率应超过 98.43%，；粉碎正极活性物颗粒粒径不大于 80 目；铝、铜、铁回收纯度不小于 95%，镍钴锰三金属元素综合回收率不小于 98.58%，镍钴锰三元素不分离直接合成的镍钴锰氢氧化物

$[\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}](\text{OH})_2$ 符合 GB/T26300-2010《镍、钴、锰三元素复合氢氧化物》要求；氨氮循环利用率不小于 99%，排出的废水中氨氮最大含量不小于 3.2mg/L”，再生利用企业宜采用国家鼓励的先进适用技术，确保废旧动力蓄电池得到安全、环保、高效的再生利用。

《中国制造 2025》要求全面推行绿色制造，要求提高制造业资源利用效率、强化产品全生命周期绿色管理；全面推进有色等传统制造业绿色改造，大力研发推广重金属污染减量化、废渣资源化等绿色工艺技术装备，提高大宗工业固体废弃物等综合利用水平；建设绿色工厂，实现厂房集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化。

《工业和信息化部办公厅关于开展绿色制造体系建设的通知》（工信厅节函〔2016〕586号）要求要“加快创建具备用地集约化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化等特点的绿色工厂”。GB/T36132-2018《绿色工厂评价通则》对已经具有实际生产过程的工厂提出了评价指标和总体要求，对基础设施、能源与资源投入、产品和环境排放等内容提出了明确要求，对企业的运营、改进和评价提出了原则性要求，再生利用企业应满足相关要求，实现动力蓄电池再生利用的绿色发展。

动力蓄电池报废后的危险性和污染性都远非小型电池可比。动力蓄电池电压通常高达 380V，若处理不当会造成内部短路，甚至导致起火爆炸。动力蓄电池中还含有金属材料 and 电解液，一旦废弃，不仅浪费资源，更会污染环境。再生利用企业在追求利用的同时，还应保证人生财产安全，不破坏环境。因此，再生利用企业需要取得国家法律法规规定的相关资质，如《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）对涉及到拆解的废旧动力蓄电池综合利用企业进行了规定。《危险废物经营许可证管理办法》（国务院第 408 号令）危险废物处置是指“危险废物经营单位将危险废物焚烧、煅烧、熔融、烧结、裂解、中和、消毒、蒸馏、萃取、沉淀、过滤、拆解以及用其他改变危险废物物理、化学、生物特性的方法，达到减少危险废物数量、缩小危险废物体积、减少或者消除其危险成分的活动，或者将危险废物最终置于符合环境保护规定要求的场所或者设施并不再回取的活动”。“危险废物经营许可证按照经营方式，分为危险废物收集、贮存、处置综合经营许可证和危险废物收集经营许可证。领取危险废物综合经营许可证的单位，可以从事各类别危险废物的收集、贮存、处置经营活动”。如《国家危险废物名录》中 HW46 含镍废物（261-087-46）指出“镍化合物生产过程中产生的反应残余物及不合格、淘汰、废弃的产品”，因此回收废旧金属氢化物镍动力蓄电池、废旧三元动力蓄电池生产含镍产品时，应符合基础化学原料制造规定，具备

相应的危险废物经营许可证。

《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“同时，应采取措施确保废旧动力蓄电池中的有色金属、石墨、塑料、橡胶、隔膜、电解液等零部件和材料均得到合理回收和处理，不得将其擅自丢弃、倾倒、焚烧与填埋”。因此，不应将未经任何处理的动力蓄电池单体材料直接填埋或焚烧。

3.4.2 人员要求

- a) 作业前，应按 GB/T 11651 的要求穿戴和使用劳动保护用品，未按要求执行的人员不得靠近作业区和操作设备。
- b) 应掌握事故应急处理和紧急救护的方法。
- c) 应定期体检，并符合 GBZ 188 规定，人员健康状况应符合工作性质要求。
- d) 操作人员应接受岗前培训和定期培训，并通过考核。
- e) 应配备专业技能满足环保作业、安全操作（含危险废物收集、存储、运输）、急救知识等要求的相应专业人员，并持有相应的资格证书。

说明：拆解前，操作人员应具备相应的专业知识，并做好相应的个人防护措施，如戴安全帽、绝缘手套等防护装备。另外，车间的工作人员，应根据不同条件穿戴不同的劳动保护用品，具体要求可根据 GB/T 11651 个人防护装备选用规范中的要求。

方型硬壳电池的拆解，有可能发现短路起火、电解液泄漏，材料回收车间涉及到高温高压、浓酸浓碱，生产过程中，有可能发生意想不到的事故，车间管理人员要了解应急事故处理流程和紧急事故救助方法。另外，还需对车间员工进行定期培训，保证员工熟练掌握事故应急处理和紧急救护的方法。

操作人员在相对恶劣的环境下工作，员工的健康、安全是第一的，企业应安排员工定期体检，健康状况应符合 GBZ 188 中的规定。

操作人员应具备培训相应的专业知识、接受专业培训考核，培训考核通过的，方可上岗；未经培训或考核不通过的，应在技术人员的指导下通过考核；操作人员应定期接受培训和考核，防止员工误操作而引发安全事故。

2016 年 12 月，人力资源和社会保障部公布了《国家职业资格目录清单》，其中包含有从事环保作业的注册环保工程师和从事安全工的注册安全工程师；《特种作业人员安全技术培训考核管理规定（2015 年修订版）》（国家安全生产监督管理总局令 第 30 号）附录中《特种作业目录》即包含电工作业；《中华人民共和国职业分类大典（2015 年版）》中明确指出了汽车回收拆解工（6-22-02-02）的主要工作任务；为提高安全急救

知识，确保对急救技术做到应知应会，企业相应操作人员应参加相应组织培训并具备急救员，如《中国红十字会急救员证》。企业应配备专业技能满足环保作业、安全操作（含危险废物收集、存储、运输）、急救知识等要求的相应专业人员，并持有相应的资格证书。

3.4.3 场地要求

- a) 厂房建筑应符合 GBZ 1 要求，建筑耐火等级和照明设计应符合 GB 50016 和 GB 50034 的要求。
- b) 厂区应按照 GB 50140 要求配置灭火器，设计有给水排水工程的应符合 GB 50069 规定。
- c) 车间应具备通风设备、废液处理设施及废渣收集设施。

说明：动力蓄电池在处理过程中，操作不当，会存在一定的安全隐患。如定向循环回收处理技术整个过程包括破碎分选车间、酸浸车间、除杂提纯车间、再利用车间，还有各种废气、废渣和废液处理系统，基本是自动化流程，但还有一定的工作人员，必须考虑整个过程的安全和环保，因此，厂区的建设和设计应符合国家政策、标准，应具备相应的消防安全设施及废气、废渣和废液处理系统，以保证拆解过程的安全和环保。

3.4.4 处理技术要求

- a) 回收处理应遵循安全、环保和再利用的原则。
- b) 回收处理宜采用机械前处理和湿法冶金相结合的定向循环回收处理技术，技术要求参见附录 A。

说明：动力蓄电池回收处理过程应遵循安全、环保和再利用的原则。将废旧动力蓄电池报废作为材料的回收利用，在保证回收效率的前提下，应先遵行安全、环保的原则。2016 年 12 月 26 日，环保部发布的《废电池污染防治技术政策》（公告 2016 年第 82 号）明确指出“废电池污染防治应遵循闭环与绿色回收、资源利用优先、合理安全处置的综合防治原则”，鼓励自动化、高效率和高安全性的废新能源汽车动力蓄电池定向循环利用和逆向拆解技术。定向循环依据“再利用、资源化”的原则，以资源定向、闭路循环为特征，最终达到资源循环利用的目标，其基本模式是“产品——废弃物——再生资源——原产品”。国内机械前处理和湿法冶金相结合的定向循环回收处理技术的工艺已经非常成熟，废旧电池中的资源得到了最大程度的回收利用，已实现了大规模应用。

3.4.4 回收率及计算方法

- a) 动力蓄电池单体物理回收过程，铜、铁、铝元素的综合回收率应不低于 90%。

- b) 锂离子动力蓄电池材料中镍、钴、锰元素的综合回收率应不低于 98%，锂元素的回收率应不低于 85%，其他主要元素回收率不低于 90%；镍氢动力蓄电池材料中镍元素的回收率应不低于 98%，稀土等其他元素回收率宜不低于 95%。
- c) 铜、铁、铝元素综合回收率与镍、钴、锰元素综合回收率计算方法见附录 B 的 B.1，回收率计算方法见附录 B 的 B.2。

说明：《中华人民共和国环境保护法》明确要求“企业应当优先使用清洁能源，采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺、设备以及废弃物综合利用技术和污染物无害化处理技术，减少污染物的产生”。动力蓄电池材料回收过程，其起点存在差异：除铜铁铝外，镍氢电池中含有镍金属元素和稀土金属元素、磷酸铁锂中几乎只含有锂金属元素、三元电池中含有镍、钴、锰、锂金属元素；其材料回收处理终点也存在较大差异：回收的主要产品可以是硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、碳酸锂等，也可以是镍钴锰氢氧化物电极材料前驱体，还可以是盐的纯化液。因此，根据有价金属元素回收工艺和产物的共同特点，确定了有价金属元素的回收率和计算方法。

动力蓄电池单体拆解过程中产生的金属外壳、正负极耳等一般固体废物，得到的铜极耳、铝极耳、铁外壳、铝外壳等可全部回收；GB/T 33059-2016《锂离子电池材料废弃物回收利用的处理方法》6.4.2 条规定“通过机械通分离获得铜、铝，回收率应不低于 90%”，GB/T 33062-2016《镍氢电池材料废弃物品回收利用的处理方法》6.6.2 条要求“过机通械分离获得铜，回收率应不低于 90%”，YS/T 1174-2017《废旧电池破碎分选回收技术规范》5.3.2.3 条要求“铜、铝、铁的破碎分选回收率应不低于 90%”，HG/T 5019-2016《废电池中镍钴回收方法》6.3.2.2 条要求“破碎、分选获得铜、铁、铝元素的回收率均应不低于 90%”，因此动力蓄电池单体物理回收过程中，铜、铁、铝元素在破碎分选过程回收率应不低于 90%。不同种类动力蓄电池其中，其铜铁铝元素含量存在差异，要求单种元素的回收率不符合实际情况。例如，铜箔、铝箔质量与铝外壳质量的比为 1: 2.5，则铜铁铝的综合回收率按要求可不低于 93%。结合相关标准和举例要求，动力蓄电池单体物理回收过程，铜、铝、铁元素的综合回收率应不低于 90%。

《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）“新建、改扩建废旧动力蓄电池综合利用企业应积极开展针对正负极材料、隔膜、电解液等的资源再生利用技术、设备、工艺的研发和应用，努力提高废旧动力蓄电池中相关元素再生利用水平。其中，湿法冶炼条件下，镍、钴、锰的综合回收率应不低于 98%；火法冶炼条件下，镍、稀土的综合回收率应不低于 97%”。因此，退役动力蓄电池中镍、

钴、锰的综合回收率应满足综合利用行业规范条件的要求，湿法冶炼条件下镍、钴、锰的综合回收率不应低于 98%。

锂电池中的正极材料含有大量的锂元素，电解液中也可能含有少量锂元素，由于锂离子相对原子质量小，导致其质量分数占比小，与镍、钴、锰相比要少一个数量级；锂元素为碱土金属元素，溶解度大，热处理、浸出、除杂和提纯过程会损失部分锂元素。在不同电池类型中，具体回收锂的工艺存在有较大差异，回收过程中，锂可能作为主要目标回收有价元素也可能是次要目标回收元素。研究表明，在一定条件下，锂元素的浸出过程分离效率可达 93% 以上，高钠低锂溶液中锂沉淀率可达 95%，目前从废旧锂离子电池中回收锂得到锂产品时，锂的回收率可达 75% 至 93%。锂纯溶液是回收锂元素过程共同步骤，锂纯溶液阶段锂回收率可作为评价指标，建议将锂元素的回收率确定为 85% 及以上。

物理回收过程中，铜、铝、铁并非全部回收，仍会有铜铁铝混入冶炼用精选电极材料中需要回收；正极材料中除了镍钴锰锂等锂离子外，还含有其他主要元素，如磷酸铁锂电池中还含有大量磷和铁元素。《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）要求一切排污单位，总铜排放标准一级标准为 0.5mg/L、二级标准为 1.0mg/L、一级标准为 2.0mg/L；元素磷排放标准一级标准为 0.1mg/L、二级标准为 0.3mg/L、一级标准为 0.3mg/L，材料回收企业排放应符合相关要求；HG/T 5019-2016《废电池中镍钴回收方法》除杂控制条件中要求铜、铁、铝元素的去除率均不低于 99%。对其他主要元素应进行回收，建议将此类主要元素回收率确定为 90% 及以上。

GB/T 33062-2016《镍氢电池材料废弃物品回收利用的处理方法》6.6.3 条要求镍氢电池材料湿法回收处理过程中，浸出工艺条件下，镍元素浸出率不低于 99%；6.6.6 条萃取工艺中，镍元素的损失率不高于 1%，回收率不低于 99%；6.6.4 要求沉淀浸出液中各稀土元素的回收率应不低于 95%。资料显示镍氢电池中，镍元素的含量要高于稀土金属元素的含量，综合考虑，稀土元素的回收率应不低于 95%，镍元素的回收率应不低于 98%。

3.5 污染控制要求

- a) 回收过程产生的废水排放浓度应符合 GB 8978 等相关标准的要求。
- b) 回收过程产生的固体废物应按 GB 5085 的要求进行鉴别分类，并符合下列规定：
 - i. 属于危险废物的，应按 GB 18597 和 HJ 2025 的要求进行收集、贮存、运输，并交由有资质的单位进行处理；

- ii. 属于一般固体废物，应按 GB 18599 的要求执行。
- c) 回收过程产生的废气和含尘气体经气体净化系统处理后，排放应符合 GB 16297 的要求。
- d) 厂区噪声值应符合 GB 12348 的要求。
- e) 处理设备和容器应具有安全防护措施。
- f) 再生利用企业应制定突发事件的处理程序，有完整的防护装备和设施，操作应严格按照国家相关的职业安全卫生法规或标准。

说明：动力蓄电池材料回收包括物理、化学过程两部分，两部分均会产生有毒有害的废气、废水、废渣，为了防止造成环境污染，提出本部分的要求。动力蓄电池拆解完毕之后，所得各零部件和蓄电池单体应分类存放并妥善管理。本部分即是对此作出规范，合理的存储和管理既有利于环境保护，同时便于材料的再生利用。

再生利用过程中产生的废水，排放要求应符合 GB 8978《污水综合排放标准》要求，并严格按照标准内容执行，利用废旧动力蓄电池生产铜、铝、镍、钴等材料时，排放还应符合 GB 25467-2010《铜、镍、钴工业污染物排放标准》和 GB 31574-2015《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》等相关标准要求。回收过程中产生的固体废物，应严格按照 GB 5085《危险废物鉴别标准》和《国家危险废物名录》要求进行分类，并按要求分类处置；危险废物应按其特性分类进行收集贮存。回收过程中产生的废气须经处理达标后进行排放，排放标准符合 GB 16297《大气污染物综合排放标准》要求。应对厂区产生的噪声进行控制，厂界噪声排放应符合 GB 12348《工业企业厂界噪声排放标准》要求。

环保处理设备和容器应具有安全防护措施，确保其能正常工作；应建立突发事件的处理程序，备有完整的防护装备和设施，操作应严格按照国家相关的职业安全卫生法规或标准。

3.6 附录 A 定向循环回收处理技术

3.6.1 设备要求

动力蓄电池单体材料回收过程中宜采用的设备包括：单体全自动拆解设备、破碎分选设备、热处理系统、反应装置、存储装置、废气处理装置、废水处理装置、废渣收集设备、降噪设备等。专用设备、通用设备和污染物处理设备设施应符合 GB/T 36132 要求。

说明：首先，对于方型硬壳蓄电池，不能直接进入热处理系统，必须先进行拆解处理，将外壳和电芯分离，但又需保证拆解过程的效率，所以要具备自动化单体拆解设备。

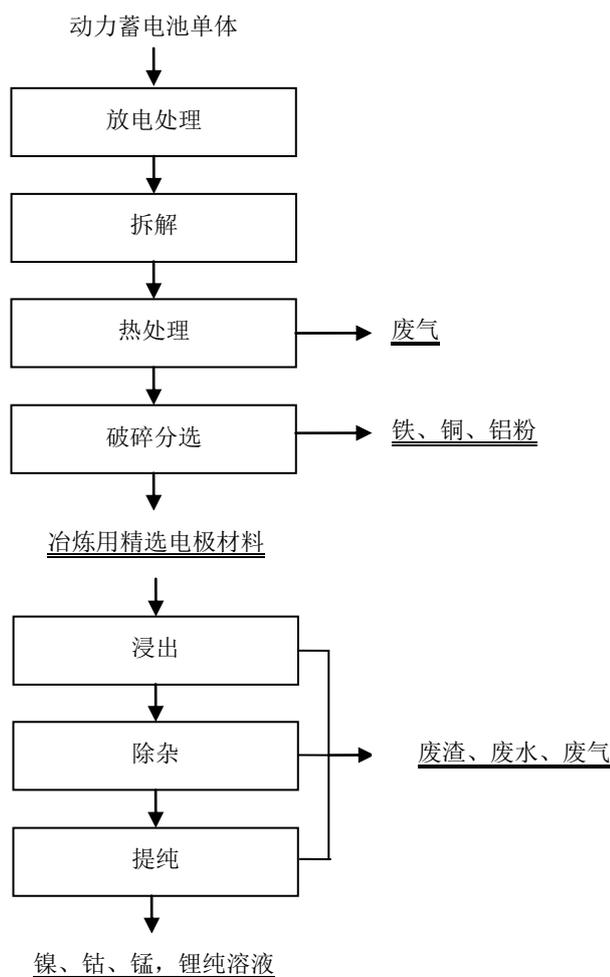
根据整个单体材料回收流程的要求,还需具备破碎分选装置、热处理系统(如回转窑炉)、搅拌机、压滤机、反应装置、存储装置。另外,作为循环利用环保企业,保证排放的废气、废渣、废水和噪声达到相应的标准,所以还需具备废气处理装置、废水处理装置、废渣收集设备、降噪设备等。

专用设备、通用设备和污染物处理设备设施应符合GB/T 36132要求,材料回收过程中使用的专用设备应符合产业准入要求,降低能源与资源消耗,减少污染物排放;通用设备适用时,应采用效率高、能耗低水耗低、物耗低的产品,已明令禁止生产使用的和能耗高、效率低的设备应限期淘汰更新,通用设备或其系统的实际运行效率或主要运行参数应符合该设备经济运行的要求;必要时,工厂应投入适宜的污染物处理设备,以确保其污染物排放达到相关法律法规及标准要求污染物处理设备的处理能力应与工厂生产排放相适应,设备还应调足通用设备的节能方面的要求。

3.6.2 处理流程

动力蓄电池单体材料定向循环回收处理流程见图 1

说明:废旧电池回收行业中预处理是以提高金属和其他物质的回收利用率、有利于后续处理工艺为原则,具体处理流程见图 1。



注1：软包电池和圆柱形电池可省略“拆解”步骤。

注2：镍氢电池回收处理流程可省略“热处理”步骤。

图1 废旧动力蓄电池回收处理流程图

3.6.3 放电处理

如需放电，放电处理应按照企业制定的放电规范执行。

说明：回收的蓄电池，不一定所有电池都处于放完电的状态，如果仍储有电能，直接进入拆解或热解过程，很可能发生短路、起火或爆炸，为了保证过程的安全，方型硬壳电池在拆解前进行放电处理，软包或圆柱形电池在热解前需要进行放电处理，具体的放电方法可根据企业内部的制定的放电规范。

3.6.4 拆解

- a) 不得采用人工拆解的方式拆解，宜采用自动化的机械设备进行拆解。
- b) 拆解后，分类收集外壳、电芯、电解液等，并处理产生的废气。

说明：拆解环节是动力蓄电池回收利用过程中至关重要的一部分，而不同的动力蓄电池单体可以是圆形、方形，外壳材料可能是塑料、不锈钢等，针对不同类别的动力蓄

电池单体应该选择合适的工具、设备、拆解方式，这样才有利于高效地、安全地、科学地拆解动力蓄电池单体，保证拆解所得动力蓄电池单体的完整性。废旧动力蓄电池中含有金属元素、冷却液、电解液，在拆解过程中未为避免造成环境污染和影响操作人员的身体健康，应该使用必备的防护装备和专用密闭容器。《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。因此，动力蓄电池单体不得采用人工拆解的方式拆解，建议采用自动化的机械设备进行拆解。

方形单体一般进行自动化拆解后回收有用资源，圆柱形单体则采用热解处理等方式再进行回收，因此，动力蓄电池圆柱形单体不建议进行拆解，可采用热解处理或其他合适的工艺进行处理。

3.6.5 热处理

- a) 应采用热处理系统对拆解产物进行热处理，去除有机物。
- b) 热处理系统应配备废气、粉尘处理装置及固体收集设施。
- c) 热处理环节，有机物去除率应不低于 99%，去除率计算方法见附录 B 的 B.3。

说明：废旧动力蓄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处理，将其进行去除。由于热处理会产生有毒有害气体，为防止废气污染环境，应同时配有收集、处理废气的设备和固体收集装置。GB/T 33059-2016《锂离子电池材料废弃物回收利用的处理方法》要求“通过热处通理去除锂离子电池材料废弃物中的隔膜、粘结剂等，去除率应不低于 99%”；GB/T 33062-2016《镍氢电池材料废弃物回收利用的处理方法》通过热处通理去除镍氢电池材料废弃物中的隔膜、粘结剂等，去除率应不低于 99%。因此，有机物去除率应与其规定相适应，不低于 99%。

3.6.6 破碎与分选

- a) 破碎分选应符合 YS/T 1174 要求。
- b) 应选用材料回收利用率高的工艺，破碎宜采用自动化方式，分选宜采用筛分、风选、磁选等方法。
- c) 破碎前，应清除铁块等硬性物质；分选前，应保证物料干燥。

d) 卷芯、软包电池和圆柱形电池应采用整体破碎工艺技术，提高安全环保性和生产效率。

e) 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；镍氢动力蓄电池分选后，得到铁粉和冶炼用精选电极材料。

说明：热处理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、铜等有价金属元素，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，退役锂离子电池和镍氢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；镍氢动力蓄电池分选后，得到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。破碎前，应清除掉拆解过程中产生夹带至破碎分选阶段的铁块、铝块等硬性物质，防止其损坏破碎分选设备；为了防止破碎物料因湿度过大而受潮结块，影响分选效果，应保持物料干燥。软包电池因其外壳为铝塑膜、圆柱形电池因其体积小数量多等原因不宜进行拆解，可经放电和热处理后直接进行破碎分选，以提高安全环保性和生产效率。

3.6.7 浸出、除杂、提纯

a) 浸出过程，冶炼用精选电极材料和浸出溶液的固液比宜控制在合适范围内，应搅拌均匀、反应充分。

b) 除杂过程，应以不引入多余杂质为前提，结合沉淀除杂和萃取除杂的方法，确保杂质元素得到合理去除，减少镍、钴、锰、锂等元素流失。

c) 应根据金属元素特性进行提纯，选用适当的萃取剂，在一定的萃取条件下，经多次萃取，获得高纯度的目标金属溶液，如含镍、钴、锰、锂溶液。

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，可实现有价金属材料再生成为高价值的电池材料，可避免有价金属材料闲置、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价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。

3.7 附录 B（回收率计算方法）

B.1 铜、铁、铝元素与镍、钴、锰元素综合回收率计算

B.1.1 铜、铁、铝元素综合回收率与镍、钴、锰元素综合回收率分别以 R_a 和 R_b 计，按公式 (A.1) 计算：

$$R_j = \frac{\sum_{t=1,2,3} m_{jt}}{\sum_{t=1,2,3} M_{jt}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

m_{jt} ——单位质量目标动力蓄电池经回收后获得 jt 元素的质量，单位为克 (g)；

M_{jt} ——回收前单位质量目标动力蓄电池中 jt 元素的质量，单位为克 (g)。

注：j 为 a 时，a1、a2、a3 分别为铜、铁、铝元素；j 为 b 时，b1、b2、b3 分别为镍、钴、锰元素。

B.2 锂、稀土元素回收率计算

B.2.1 锂、稀土元素回收率以 R_k 计，按公式 (A.2) 计算：

$$R_k = \frac{\rho_k \times V_k}{M_k} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

ρ_k ——单位质量动力蓄电池经回收处理，得到纯溶液中金属元素 k 的质量浓度，单位为克每升 (g/L)；

V_k ——单位质量动力蓄电池经回收处理，得到纯溶液的体积，单位为升 (L)；

M_k ——单位质量动力蓄电池中金属元素 k 的质量，单位为克 (g)。

注：k 代表锂、稀土元素。

B.3 有机物去除率计算

B.3.1 有机物去除率以 R_i 计，按公式 (A.3) 计算：

$$R_i = \frac{m_i}{M_i} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

m_i ——热处理过程去除单位质量物料中有机物的质量，单位为克（g）；

M_i ——准备热处理的单位质量物料中有机物的质量，单位为克（g）。

注：i 代表有机物。

四、明确标准中涉及专利的情况

本标准为我国首次研究动力蓄电池的拆卸，不涉及任何已有的专利内容，与国家及行业其他标准无知识产权和专利冲突。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

锂离子动力蓄电池和镍氢动力蓄电池中含有大量的有价金属，如镍、钴、锰、锂等，规范对其进行材料回收有利于促进有价金属的循环利用，可减少矿石资源开采和能源消耗，可避免对土壤、水体、大气的污染，有巨大的经济效益和环境效益。

高回收率回收动力蓄电池单体材料中的有价金属、规范处理材料回收过程中的三废，可实现废旧动力蓄电池后处理的安全、环保、高效，保障电动汽车行业绿色、可持续发展。

六、同类标准对比

在国际和国内的动力蓄电池标准体系中，尚没有同类型的标准，本标准是首次对动力蓄电池拆卸展开研究。

七、本标准在标准体系中的位置

表 1 汽车回收利用标准体系

序号	项目编号	标准编号	项目名称
（一）回收利用领域标准制定情况			
1	20083098-T-339	GB/T26989-2011	汽车回收利用术语
2	20083099-T-339	GB/T26988-2011	汽车部件可回收利用性标识
3	20120232-T-339	GB/T 19515-2016	道路车辆 可再利用性和可回收利用性计算方法
4	20130552-T-322	GB/T 33460-2016	报废汽车拆解指导手册编制规范
5	20130117-T-339	GB/T 33598-2017	车用动力电池回收利用 拆解规范
6	20130118-T-339	GB/T 34015-2017	车用动力电池回收利用 余能检测

序号	项目编号	标准编号	项目名称
(二) 禁限用物质领域标准制定情况			
7	20073622-T-303	GB/T 30512-2014	汽车禁用物质要求
8	2011-0234T-QC	QC/T 943-2013	汽车材料中铅镉的检测方法
9	2011-0232T-QC	QC/T941-2013	汽车材料中汞的检测方法
10	2011-0233T-QC	QC/T 942-2013	汽车材料中六价格的检测方法
11	2011-0231T-QC	QC/T 944-2013	汽车材料中多溴联苯、多溴二苯醚的检测方法
12	20153358-T-339	报批中	车内非金属材料及部件挥发性有机物和醛酮类物质检测方法
(三) 零部件再制造领域标准制定情况			
13	20083101-T-339	GB/T28672-2012	汽车再制造产品技术规范 交流发电机
14	20083102-T-339	GB/T28673-2012	汽车再制造产品技术规范 起动机
15	20083103-T-339	GB/T28674-2012	汽车再制造产品技术规范 转向机
16	20083104-T-339	GB/T28675-2012	汽车零部件再制造 拆解
17	20083105-T-339	GB/T28676-2012	汽车零部件再制造 分类
18	20083106-T-339	GB/T28677-2012	汽车零部件再制造 清洗
19	20083107-T-339	GB/T28678-2012	汽车零部件再制造 出厂验收
20	20083108-T-339	GB/T28679-2012	汽车零部件再制造 装配
21	20071477-T-303	GB/T 34600-2017	汽车零部件再制造产品技术规范 点燃式、压燃式发动机

本标准是国家推荐性标准，起草过程中充分考虑国内外现有相关标准的统一和协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大的分歧意见。

九、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准不涉及强制性达标参数和试验数据，建议按照国家推荐性标准立项、发布。

十、贯彻标准的要求及措施

由于本标准反映了废旧动力蓄电池回收利用过程的材料回收要求，因此可积极向电池生产企业及国内外电池回收厂家推荐采用本标准。

十一、现行标准废止

本标准为首次制定，无现行相关标准废止的情况。

十二、其他应予说明的事项

无。

《车用动力电池回收利用 材料回收要求》国家标准起草工作小组

2018.7.5