

ICS 71.020

CCS Z 05

团 体 标 准

T/CIECCPA 049—2024

磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估

Green grade assessment on recycling process of waste lithium iron phosphate

2024 - 11 - 08 发布

2024 - 11 - 11 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CFECCCPA

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
4.1 评估目的	3
4.2 磷酸铁锂废料再生利用物料走向	3
4.3 评估范围	4
4.4 评估指标	4
5 评估方法	4
5.1 评估指标选择原则	4
5.2 评估指标体系	4
5.3 计算方法	4
5.4 指标评估方法	4
5.5 数据获取与数据分析	5
6 评估流程	5
6.1 自我评估	5
6.2 第三方评估	5
7 评估报告和评估结果应用	5
图 1 磷酸铁锂废料再生利用物料走向图	3
表 A.1 磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估指标	6

前 言

本文件按照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”的规定起草。

请注意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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口管理。

本文件起草单位：中国科学院过程工程研究所、北京科技大学、汨罗市顺华锂业有限公司、池州西恩新材料科技有限公司、德阳川发龙蟒新材料有限公司、贵州红星电子材料有限公司、长沙金凯循环科技有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司、赣州天奇循环环保科技有限公司、北京绿碳循环信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：王威、常志东、肖骁、赵卫夺、赵志安、杨徐烽、罗显明、何丰、曹玉欣、张琦、邓向辉、颜群轩、谭群英、李成、胡天文、严如国、毛岗、李成功。

磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估

1 范围

本文件规定了磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估中的总则、评估方法，评估流程、评估报告和评估结果应用。

本文件适用于磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估。

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，标注日期的引用文件，仅指该日期对应的版本适用于本文件；没有标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 18597-2023 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18598-2019 危险废物填埋污染控制标准
- GB 18599-2020 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 18613-2020 电动机能效限定值及能效等级
- GB 19153-2019 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
- GB 19576-2019 单元式空气调节机能效限定值及能效等级
- GB 19577-2015 冷水机组能效限定值及能效等级
- GB 19761-2020 通风机能效限定值及能效等级
- GB 19762-2007 清水离心泵能效限定值及节能评价
- GB 20052-2020 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 20902-2007 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求
- GB 21454-2021 多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级
- GB/T 23331-2020 能源管理体系 要求及使用指南
- GB 24500-2020 工业锅炉能效限定值及能效等级
- GB 24790-2009 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB 25467-2010 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB/T 27678-2011 湿法炼锌企业废水循环利用技术规范
- GB/T 33598-2017 车用动力电池回收利用 拆解规范
- 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
- GB/T 34695-2017 废弃电池化学品处理处置术语
- GB/T 36132-2018 绿色工厂评价通则
- GB 37822-2019 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB/T 39198-2020 一般固体废物分类与代码
- GB/T 45001-2020 职业健康安全管理体系
- HJ 1186-2021 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范
- YS/T 1174-2017 废旧电池破碎分选回收技术规范
- YS/T 1430-2021 钴冶炼行业绿色工厂评价要求

T/CIECCPA 049—2024

YS/T 1432-2021 锂盐单位产品能源消耗限额

HG/T 5812-2020 含锂废料回收利用方法

HG/T 5816-2020 废电池回收热解技术规范

HG/T 6124-2022 废弃锂电池处理处置行业绿色工厂评价要求

DB43/T 1988-2021 车用锂离子动力电池材料回收能源消耗限额及计算方法

DB34/T 4102-2022 废旧锂离子动力蓄电池储存安全技术条件

T/ATCRR 33-2021 废锂离子电池回收制黑粉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绿色评估 green assessment

在生产全过程中，选取环境保护要求、对生态环境和人体健康影响、资源能源消耗水平以及产品品质等指标和因素，对是否符合已颁布国家产业政策要求以及其环境效益的高低进行综合考量。

3.2

磷酸铁锂废料 lithium iron phosphate solid waste

磷酸铁锂电池失去使用价值被废弃的电池成品和半成品；电池生产过程中产生的废品电池、残次品电池、不合格的正负极片、电芯以及废弃的浆料、粉末、边角料；电池加工过程中产生的无法再用于加工电池或其元件、零件的废、碎料及下脚料；不能直接使用的含有正极、负极的电化学电芯；废弃充电电池正极片、负极片的废碎料。

3.3

焙烧 roasting

将磷酸铁锂废料加热，在氧化氛围下，使粘接的胶粘物质降解而其他成分不改变化学组成或物理性质的过程。

3.4

浸取 leaching

把除去电解液、隔膜、粘结剂等后的废弃电池化学品，用酸或碱性物质溶解出金属的过程。

3.5

废水 waste water

在工业生产与厂区生活活动中排放的水的总称。

3.6

材料回收 material recycling

采用一定的处理工艺，通过物理回收、湿法冶炼等方法对磷酸铁锂废料进行资源化利用、生产的过程。

4 总则

4.1 评估目的

依据绿色储存、绿色制造的管理目标和要求，基于企业业务流程，通过对制造企业各环节绿色要素的识别、分析和评价，评估企业再生利用过程绿色化程度，发现问题，寻找可改进和提升的空间，为企业绿色再生利用磷酸铁锂废料过程提供依据。

4.2 磷酸铁锂废料再生利用物料走向

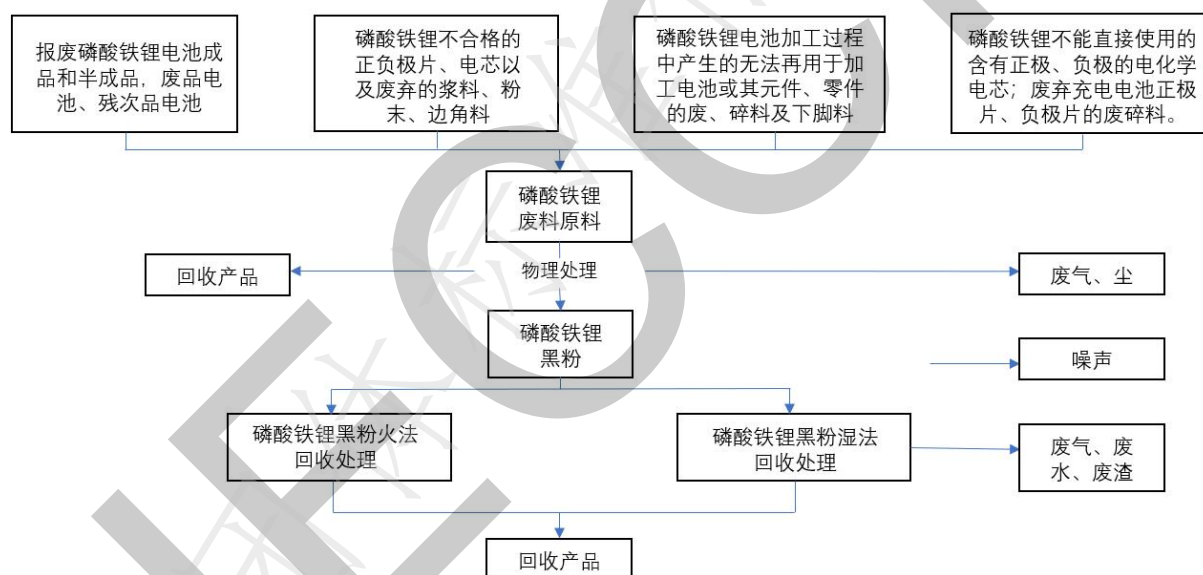


图1 磷酸铁锂废料再生利用物料走向图

依据3.2定义的磷酸铁锂废料，通过物理粉碎、研磨处理的方法，分离极片中的铜、铝箔，塑料，电解液等可回收材料，得到磷酸铁锂黑粉。在处理过程中可能会产生废气、粉尘并伴有噪声释放，其对环境的影响需要进行绿色评估。对磷酸铁锂黑粉进行深度回收，主要有火法回收处理和湿法回收处理两种方法：火法回收处理法将磷酸铁锂黑粉与还原剂混合焙烧，还原出的单质磷挥发分离后，把剩余焙烧渣水提，回收有价金属；湿法回收处理法主要是用酸、氧化剂混合浸出锂后，对浸出的液体进行分离纯化。这两种方法，在回收过程中会产生废气、废水、废渣并伴有噪声释放，其对环境的影响需要进行绿色评估。在整个回收过程中的能耗、水耗，以及相应产品的回收率是处理水平的重要体系，也需要进行绿色评估。

4.3 评估范围

- 4.3.1 涵盖回收企业的储存、利用、包装、再销售全过程。
- 4.3.2 涉及回收企业以及回收、拆解、再利用及废弃物处置等相关方。
- 4.3.3 包括产品和物料的正向物流、逆向物流和信息流。

4.4 评估指标

4.4.1 评估原则

评价指标全面、系统、科学。评价依据完整、准确、可信。评价过程规范，评价文件完整、统一、清晰、可追溯。评价结果客观、准确、公正。

4.4.2 评估要求

工厂应依法设立，在建设和生产过程中应遵守有关法律、法规、政策和标准。工厂正常生产一年以上且具有良好信用，近三年（含成立不足三年）无严重违法、失信、经营异常记录。工厂近三年（含成立不足三年）未发生较大及以上环境污染事件、生态破坏事件和安全生产事故。

提供的评价文件和数据资料真实有效。

5 评估方法

5.1 评估指标选择原则

5.1.1 全面性和系统性原则

评价指标应涵盖的评价范围见4.3。评价指标体系应全面系统、层次清晰。

5.1.2 可量化和可测量（或可评价）原则

评价指标应可量化、可测量或可评价，满足企业再生利用过程绿色化程度定量分析和客观评价需要。

5.1.3 独立性和代表性原则

评价指标应相对独立并且具有代表性。指标及权重应体现产品（或行业）特征，突出企业（或行业）重要绿色属性。

5.2 评估指标体系

磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估指标分为两级。附录A表1为一级和二级评价指标，其中一级评估指标5项，二级评价指标26项。根据指标的重要程度，二级评价指标分为一票否决定性指标和量化指标两类，其中10个为一票否决定性指标，24个为量化指标。

5.3 计算方法

磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估，存在任何不满足一票否决定性指标，结果应判定为不合格。在一票否决定性指标满足后，综合得分为各项量化指标的实际得分分值总和折合为百分制结果。

5.4 指标评估方法

- 5.4.1 按照附录A表1评估。
- 5.4.2 若评价主体无评估内容规定的项目，该项指标得满分。

5.4.3 评估附录A表1中，一级指标第1项为一票否决项。如果存在不满足该指标的项目，则评估结果为不合格。

5.4.4 满足5.4.3项后，评估附录A表1中，一级指标2-5项的总得分折合百分制后为最终得分。按照YS/T 1430-2021，当工厂的加权综合评分达到85分以上，则认定为绿色企业。

5.5 数据获取与数据分析

5.5.1 宜采用权威机构或平台信息采集、电话调查、实地调查、文献调研等方法获取评价指标相关内容。

5.5.2 对收集到的数据采用包括但不限于相关标准在内的多种公式和模型进行分析。

6 评估流程

6.1 自我评估

再生资源回收企业，可根据再生绿色资源回收体系评价要求，对体系建设、管理和效率开展评价。

6.2 第三方评估

当需要进一步提高评价的客观性时，可采用第三方评价。

7 评估报告和评估结果应用

评价报告编写应全面、准确、公正、透明，充分展示评价方法、数据收集、分析过程及评价结果等内容，主要包含以下内容：

基本情况：被评价体系的基本概况、评价背景、评价目的等；

评价过程：组织安排、数据获取途径、数据分析等；

评价内容：对指标体系涉及的评价要求进行详细描述；

评价结论和建议：根据得分情况，分析得出评价结果并提出优化完善建议，政策制定建议等。

附录A

(规范性)

磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估

表A.1 磷酸铁锂废料再生利用过程绿色评估指标

序号	一级指标	二级指标	具体评价要求	符合性说明及证明材料索引	分值	评分标准
1	基本要求	合规性与相关要求	工厂应依法设立，在建设和生产过程中应遵守有关法律、法规、政策和标准，工厂应至少正常运转一年以上。	营业执照、法律法规标准清单等相关证明文件		一票否决
			工厂应具有良好信用，近三年（含成立不足三年）无严重违法、失信、经营异常记录。	国家企业信用信息公示系统无处罚记录截屏等		
			工厂近三年（含成立不足三年）应未发生较大及以上环境污染事件、生态破坏事件和安全生产事故。	近三年无较大及以上环境污染事件、生态破坏事件和安全生产事故证明		
			对利益相关方的环境要求作出承诺的，应同时满足有关承诺的要求。	相关环境要求承诺书等		
		最高管理者要求	最高管理者在绿色工厂的领导作用和承诺应满足 GB/T 36132 中 4.3.1a 的要求。	管理者代表授权书、绿色工厂承诺书等		
			最高管理者须在工厂内部承担与绿色工厂相关的职责和权限，且应满足 GB/T 36132 中 4.3.1b 的要求。	绿色工厂部门管理职责等		
		工厂要求	工厂应设有绿色工厂管理机构，负责有关绿色工厂的制度建设、实施、考核及奖励工作，建立目标责任制。	绿色工厂管理机构组织结构图、绿色工厂管理制度等		
			工厂应有开展绿色工厂的中长期规划及年度目标、指标和实施方案。实施过程中，指标明确、可量化。	绿色工厂建设方案等		
			工厂应传播绿色制造概念和知识，定期为员工提供绿色制造相关知识的教育、培训，并对教育培训结果进行考评。	绿色工厂培训教育方案、培训记录等		
			不使用淘汰、落后的工艺、技术、装备及产品	没有《产业结构调整指导目录》中明确的淘汰、落后的工艺、技术、装备及产品。		
2	基础设施	设备设施	再生企业应具备机械化或自动化拆解、粉碎筛分、冶炼等环节的综合利用设备。	工艺说明；生产线设备名称；检测设备。	3	纯手工拆解得 0 分，机械化拆解得 1 分，自动化拆解得 2 分。无在线检测设备得 0 分，有在线检测设备

					得 1 分。
			通用设备，如压缩机、电动机、变压器、离心泵、通风机、空调机、冷水机组等应符合 GB 18613、GB 19153、GB 19576、GB 19577、GB 19761、GB 19762、GB 20052、GB 21454、GB 24500、GB 24790 等标准中能效限定值的要求。	重点耗能设备设施清单、通用设备能效值说明或其他相关证明文件	3 提供不少于 3 类通用设备能效值说明或其他相关证明文件得 1 分，不少于 5 类通用设备能效值说明或其他相关证明文件得 2 分，不少于 7 类通用设备能效值说明或其他相关证明文件得 3 分。
			工厂应依据 GB 17167、GB 24789 等要求配备、使用和管理能源、水以及其他资源的计量器具和装置。进出用能单位、进出主要次级用能单位、主要用能设备计量器具配备率应满足 GB/T 20902 要求。	计量器具台账、能源计量管理制度或其他相关证明文件	2 根据企业生产运营情况分别配备能源、水以及其他资源的计量器具和装置得 1 分；计量器具配备率满足相关标准分类计量要求得 2 分。
			工厂使用的绿色物料应选自省级以上政府相关部门发布的资源综合利用产品目录、有毒有害原料（产品）替代目录等，或利用再生资源及产业废弃物等作为原料。	提供对应原料采购清单、供销合同。	2 提供不少于 3 类原料采购清单、供销合同得 1 分；5 类及以上原料采购清单、供销合同得 2 分 1
			非目标有价金属的其他材料的处理。	提供原材料中的非有价金属、石墨、塑料、橡胶、隔膜、电解液等的处理措施。	1 提供不少于 5 类原材料合作协议或合同得 1 分
		绿色物流	废弃物的贮存设施的建设、管理根据废物的危险性满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》和《危险废物贮存污染控制标准》的要求。	提供贮存设施的照片和管理制度复印件。	3 每存在一处分类收集储存设施得 1 分，直至 3 分满分。
			有毒有害、易燃易爆等残余物是否按国家有关要求进行无害化处置或交有资质的企业集中进行处理。	提供证明材料。	3 每提供一类物料的证明材料得 1 分，直至 3 分满分。
			原材料、产品、废弃物运输符合国家运输管理相关法律法规标准要求，具备安全保障措施。	提供委托运输协议等，承运单位应具备相应资质要求。	3 每提供一类物料的证明材料得 1 分，直至 3 分满分。
3	管理体系	标准体系的研究制定和实施	参与废旧动力蓄电池储存、拆解、检测和再生利用的相关国家、行业标准体系的研究制定和实施。	提供相关证明材料。	1 提供不少于 1 份证明材料，得 1 分
		信息	建立包括且不限于废旧磷酸铁锂动力蓄电	提供信息化管理系	2 每提供 1 份证明材

		化生 生产过 程管 理体 系。	池来源、主要参数（类型、容量、产品编 码等）、拆解检测、综合利用、产品流向 及废弃物处置措施等内容，完整的信息化 生产过程管理体系。	统说明、回收、处理 报告复印件。		料得 1 分，直至 2 分 满分。
		能 源 低 碳 化	工厂应按照 GB/T 36132-2018 附录 A 计 算单位产品碳排放量。 工厂宜采用适用的标准或规范对产品进行 碳足迹核算或核查。	温室气体排放报告， 单位产品碳排放量 产生碳足迹报告	3	每提供 1 份符合相 关标准的证明材料 得 1 分，直至 3 分满 分。
		用 地 集 约 化	按照 GB/T 36132-2018 附录 A 计算工厂 的单位用地面积产能应不低于地方发布的 单位用地面积产能的标准；未发布单位用 地面积产能的地区，单位用地面积产能应 超过本年度所在省市的单位用地面积产 能。	单位用地面积产能 核算、单位用地面积 产值核算、吨产品占 地面积核算	3	提供符合相关标准 的证明材料，单位用 地面积产能核算、单 位用地面积产值核 算、吨产品占地面 积核算 3 项内容，1 项 1 分。
		职 业 健 康 安 全 管 理 体 系	建立、实施并保持职业健康安全管理体系。 职业健康安全管理体系应满足 GB/T 45001 的要求。	安全生产标准化证 书（复印件）/安全生 产许可证（复印件/ 管理文件/措施说明， 至少提供其中一项。	3	每提供 1 份符合相 关标准的证明材料 得 1 分，直至 3 分满 分。
		能 源 管 理 体 系	建立、实施并保持能源管理体系。能源管 理体系应满足 GB/T 23331 的要求。	质量、职业健康安 全、环境、能源四体 系管理手册或其他 相关证明文件。	3	每提供 1 份符合相 关标准的证明材料 得 1 分，直至 3 分满 分。
4	产 品	产 品 质 量	产品质量达到国家标准或行业标准；产 品中的污染物含量达到国家标准或行业 标准。	产品质量检测报告。	10	每提供 1 份符合相 关标准的证明材料 得 2 分，直至 10 分 满分。
5	环 境 排 放	“三 废”处 理设 施。	具备有毒有害气体、废水废渣处理等环境 保护设施。	提供设施清单或环 保验收函，包括废 气、废水、废渣的 设计处理能力与目 前的处理量的证明。	2	提供证明材料得 1 分，完整证明材料得 2 分。
		水 处 理	工艺废水循环利用率符合 GB/T 27678-2011、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）要求。 $\eta = \frac{W_R}{W_P} \times 100\%$ $= \frac{W_{DR} + W_{PR}}{W_P} \times 100\%$ 式中： η ——废水循环利用率； W_R ——废水利用量，单位为吨（t）； W_P ——废水产生量，单位为吨（t）；	工艺废水循环利 用率核算	5	工艺废水循环利 用率符合相关标准， 得 3 分，高于相关标准， 得 5 分

			<p>W_R——废水直接回收利用量，单位为吨（t）；</p> <p>W_R——废水经处理后再生水回用量，单位为吨（t）。</p> <p>工艺废水循环利用率应达到 90%以上。</p>			
			工厂水污染物排放应符合 GB 25467 和国家、地方污染物排放标准要求。	提供监测报告、水污染物排放在线监测数据等	3	废水排放符合相关标准，得 2 分，高于相关标准，得 3 分
	大气处理		工厂大气污染物排放应符合 GB25467 和国家、地方污染物排放标准要求。挥发性有机物排放应符合 GB 37822-2019 标准要求。	监测报告、大气污染物排放在线监测数据等	5	大气污染物排放符合相关标准，得 3 分，高于相关标准，得 5 分
	固体废物		固体废物的贮存、转移和处置应符合 GB 18597、GB 18598 和 GB 18599 等相关标准的规定，在分类收集和处理固体废物的过程中采取无二次污染的预防措施。	一般固废销售合同、危险废物处置合同、固废转移联单等	5	每提供 1 份符合相关标准的证明材料得 1 分，直至 5 分满分。
			粉尘排放达到 GB16297-1996 的要求。	提供包含粉尘排放的环境检测报告。	2	粉尘排放符合相关标准，得 1 分，高于相关标准，得 2 分
	噪声		厂界环境噪声排放应符合 GB 12348 的要求。	提供包含噪声的环境检测报告。	3	噪声排放符合相关标准，得 2 分，高于相关标准，得 3 分
6	绩效	资源化	<p>锂及其他有价金属综合回收率符合 GB/T 33598.2-2020、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）要求。</p> $R_i = \frac{m_{i1}}{m_{i0}} \times 100\%$ <p>式中：</p> <p>m_{i1}——1吨废料中得到的产品中所含有价元素折合为对应有价金属（如锂）的质量的数值，单位为千克（kg）；</p> <p>m_{i0}——1 吨废料中所含有价元素折合为对应有价金属（如锂）的质量的数值，单位为千克（kg）。</p> <p>锂的回收率应不低于 85%，稀土等其他有价金属综合回收率应不低于 97%。</p>	锂及其他有价金属综合回收率核算	15	锂及其他有价金属综合回收率符合相关标准，得 10 分，高于相关标准，得 15 分
	能源低碳化		<p>能源利用效率符合 YS/T 1432-2021、DB43/T 1988-2021 要求。</p> $E_z = E_1 + E_2$ <p>式中：</p> <p>E_z——磷酸铁锂废料处理综合能耗，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）；</p> <p>E_l——磷酸铁锂废料处理工艺能耗单耗，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）；</p>	单位产品综合能耗核算	15	单位产品综合能耗符合相关标准，得 10 分，高于相关标准，得 15 分

		<p>E_2——磷酸铁锂废料处理间接辅助能耗及损耗分摊量，单位为千克标准煤每吨 (kgce/t)。</p> <p>其中工业能源单耗计算公式为：</p> $E_1 = \frac{E_H}{P_Z}$ <p>式中：</p> <p>E_H——工艺直接消耗的各种能源实物量折合标煤之和，单位为千克标煤 (kgce)；</p> <p>P_Z——工艺产出的合格产品总量，单位为吨 (t)。</p> <p>综合能耗达到国家标准或行业标准。具体数值可以参考 YS/T1432-2021，锂盐单位产品能源消耗限额。</p>		
--	--	--	--	--