



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119397293 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

(21) 申请号 202411662392.8

(22) 申请日 2024.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119397293 A

(43) 申请公布日 2025.02.07

(73) 专利权人 暨南大学

地址 519000 广东省珠海市香洲区前山路
206号

(72) 发明人 张凯 蒋波 屈挺 郑湃 李昭
黄国全

(74) 专利代理机构 东莞市领汇专利商标代理事
务所(普通合伙) 44892

专利代理师 聂磊

(51) Int. Cl.

G06F 18/22 (2023.01)

G06F 18/24 (2023.01)

G06F 18/2337 (2023.01)

G06F 18/10 (2023.01)

G06N 3/006 (2023.01)

G06Q 10/087 (2023.01)

G06Q 50/04 (2012.01)

(56) 对比文件

CN 114818936 A, 2022.07.29

CN 118536910 A, 2024.08.23

审查员 高伟

(54) 发明名称

退役动力电池匹配重组方法、服务系统及存
储介质

(57) 摘要

本申请涉及退役动力电池匹配重组方法、服
务系统及存储介质,该方法包括:在对每个待重
组目标退役动力电池的目标信息所对应的多种
目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准
特征参数之后,利用一致性分选模型处理每个目
标退役动力电池所对应的多种标准特征参数,得
到分选出的多个退役动力电池集合所对应的分
类标签数据;基于预先获取的电池需求参数、多
个退役动力电池集合及对应的分类标签数据,利
用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划
迭代,生成对应的重组配置信息;在确定电池需
求参数所对应的生产订单需求信息之后,对生产
订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发
式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划
信息进行动力电池重组。



1. 一种退役动力电池匹配重组方法,其特征在于,包括:

获得待重组的多个目标退役动力电芯的目标信息,其中,每个所述目标信息包括多种目标指标参数,所述目标指标参数用于表征对应的所述目标退役动力电芯的一种特性参数,所述特性参数至少用于表征所述目标退役动力电芯的当前存储状态;

在对每个所述目标退役动力电芯所对应的多种所述目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个所述目标退役动力电芯所对应的多种所述标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据,其中,所述分类标签数据包括用于表征所述退役动力电芯集合在重组过程中应用于梯次场景的优先级的重组适配等级,所述一致性分选模型是基于模糊c-均值聚类算法训练的机器学习模型,并被训练为根据输入的电池特征参数生成与对应退役动力电芯集合所对应的分类标签数据;

基于预先获取的电池需求参数、多个所述退役动力电芯集合以及对应的所述分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,其中,所述重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的所述退役动力电芯对应的所述目标信息;

在确定所述电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对所述生产订单需求信息和所述重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池,其中,基于预先获取的电池需求参数、多个所述退役动力电芯集合以及对应的所述分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,包括:

根据多个所述退役动力电芯集合所对应的所述分类标签数据,利用所述改进的人工蜂群算法进行电池重组配置,生成第一重组配置信息,其中,所述第一重组配置信息包括为第一动力电池组分选的所述目标退役动力电芯,所述第一动力电池组用于表示当前重组配置出的动力电池组;

从所述第一重组配置信息中,获取每个所述第一动力电池组对应的第一适应度,其中,所述第一适应度是基于为每个所述第一动力电池组分配的所述目标退役动力电芯所对应的所述分类标签数据所构建的适配函数计算的,并用于表征所述第一动力电池组的性能优异程度;

确定所述电池需求参数所对应的需求电池组所对应的目标适应度,并根据所述第一适应度与所述目标适应度的差值,对所述第一重组配置信息进行基于所述改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,直至所述差值不大于预设阈值,生成所述重组配置信息,其中,在全局搜索阶段,所述改进的人工蜂群算法引入了动态邻域调整和局部最优逃逸机制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据多个所述退役动力电芯集合所对应的所述分类标签数据,利用所述改进的人工蜂群算法进行电池重组配置,生成第一重组配置信息,包括:

获取多个所述退役动力电芯集合的所有所述退役动力电芯所对应的编码信息和所述分类标签数据,其中,所述编码信息是根据所述退役动力电芯的所述目标信息所述生成的;

对多个每个所述编码信息进行随机分配编码,得到与多个所述第一动力电池组所对应

的多个编码体,其中,一个所述编码体对应一个所述第一动力电池组的重组配置结果;

确定每个所述目标退役动力电芯对应的所述分类标签数据所对应的电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻,并基于所述电池容量、所述放电倍率、所述存续寿命和所述电池内阻构建的所述适配函数,计算每个所述编码体所对应的所述第一适应度,其中,构建所述适配函数时,基于所述电池需求参数,动态更新所述电池容量、所述放电倍率、所述存续寿命和所述电池内阻所对应的权重;

将多个所述编码体和每个所述编码体所对应的所述第一适应度,生成所述第一重组配置信息。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,根据所述第一适应度与所述目标适应度的差值,对所述第一重组配置信息进行基于所述改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,包括:

基于人工蜂群算法,对所述第一重组配置信息中的所有所述编码体进行第一邻域解生成,并对随机选取的第一邻域解所对应的所述目标退役动力电芯进行随机置换,生成多个第二编码体,其中,随机置换的所述目标退役动力电芯为同一个所述退役动力电芯集中的所述目标退役动力电芯,所述第二编码体用于表征在局部搜索阶段重组的动力电池组的配置结果;

在根据所述第二编码体所对应的适应度,从多个所述第二编码体中选取适应度值大于适应度阈值的所述第二编码体之后,确定出所选取的多个候选编码体中不属于预设的最优编码体池的所述候选编码体,并对确定出的所述候选编码体进行第二邻域解生成,以及将所有所述第二邻域解和多个所述候选编码体中属于最优编码体池的所述候选编码体作为第三编码体,其中,所述最优编码体池所存入的所有编码体是基于记忆力机制所获得的最优编码体,所述第三编码体用于表征在邻域优化阶段重组的动力电池组的配置结果;

对随机选取的所述第三编码体所对应的所述目标退役动力电芯,在设定的全局搜索范围内进行随机全局搜索,生成满足局部最优逃逸机制的候选编码体,并将生成的多个所述候选编码体作为当次迭代所对应的候选重组配置信息,其中,所述全局搜索范围是通过引入随机因素和大范围搜索机制所确定的,所述局部最优逃逸机制用于表征在生成的所述候选编码体为最优解时,停止扩大全局搜索范围;

重复执行生成对应的所述候选重组配置信息的步骤,直至所述候选重组配置信息的适应度与所述目标适应度的差值不大于预设阈值,并将所述差值不大于预设阈值的所述候选重组配置信息作为所述重组配置信息。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述启发式算法包括基于模拟退火的单亲遗传算法,对所述生产订单需求信息和所述重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,包括:

从所述重组配置信息中,获取重组配置的目标动力电池组对应的电池组编号,对多个所述电池组编号进行随机线性编码,得到初始线性编码体集,其中,所述初始线性编码体集中的每个第一线性编码个体用于表征一种对所有所述目标动力电池组进行重组的排产规划信息,所述排产规划信息包括为每个所述目标动力电池组分配的生产线和组装时间;

获取对所述初始线性编码集进行解码得到的与每个所述第一线性编码个体对应的第一排产规划信息,并根据从所述第一排产信息中提取到的每个所述目标动力电池组的所述

组装时间,计算每个所述第一线性编码个体所对应的重组适应度,所述重组适应度用于表征对所述目标动力电池组重组的加工时间长短;

判断完成当前迭代所生成的所有当前线性编码个体所对应的所述重组适应度值是否小于预设的重组适应度阈值,其中,所述当前线性编码个体包括所述第一线性编码个体和完成上一次迭代所生成的线性编码个体其中之一;

在判断到所有所述当前线性编码个体的所述重组适应度值不小于所述重组适应度阈值的情况下,基于所有所述当前线性编码个体和所述基于模拟退火的单亲遗传算法,进行模拟退火操作迭代,直至生成的目标线性编码个体的所述重组适应度值小于所述重组适应度阈值,并将对所有所述目标线性编码个体进行解码所得到的排产规划信息作为所述目标排产规划信息,其中,所述模拟退火操作包括选择、变异、基于Metropolis准则接收新解、冷却。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,对每个所述目标退役动力电芯所对应的多种所述目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数,包括:

在所获取的每个所述目标退役动力电芯的所述目标信息中,获取与每个所述目标退役动力电芯对应的特性参数,其中,所述特性参数至少包括以下之一:电芯容量、电芯内阻、开路电压、放电深度和荷电状态;

对所述特性参数进行过滤、降噪、缺失值增删、异常值删减,生成多维度指标参数,其中,所述缺失值增删包括缺失值填补和缺失值剔除,所述缺失值填补包括采用平均值法、中位数法和插值法其中之一进行填补,所述异常值删减采用以下之一方法检测被删减的异常值:均值法、标准差法、箱线图法、离群点检测法;

对所述多维度指标参数进行归一化处理和关键特征提取,得到与所述特性参数对应的所述标准特征参数。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,一致性分选模型的训练,包括:

获取预设的训练样本集,其中,所述训练样本集包括多个样本退役动力电芯对应的所述特性参数;

将所述训练样本集中的所述特性参数进行对应的预处理,生成与每个所述样本退役动力电芯对应的所述标准特征参数;

在从所有所述样本退役动力电芯对应的所述标准特征参数中选取初始聚类中心之后,基于所述初始聚类中心和所有所述样本退役动力电芯对应的所述标准特征参数,进行与所述基于模糊c-均值聚类算法对应的隶属度矩阵计算和聚类中心更新的迭代,直至所述隶属度矩阵收敛,生成所述一致性分选模型。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,获取电池需求参数,包括:

获取历史电池需求订单数据,其中,所述历史电池需求订单数据包括订单参数和时间参数,所述订单参数包括电池需求订单数量、需求的电池组容量、电池组放电倍率、电池组存续寿命,所述时间参数至少包括订单时间戳;

对所述历史电池需求订单数据对应的所述订单参数和所述时间参数进行数据清洗,生成第一订单数据,其中,所述数据清洗至少包括以下之一:采用均值填充、插值或剔除的方法,对所述订单参数和所述时间参数的缺失值进行处理;采用均值法、标准差法和箱线图法其中之一对所述订单参数和所述时间参数的异常值进行检测,并删减被检测出的异常值;

利用特征工程处理所述第一订单数据,生成订单特征数据,并利用已训备的订单需求预测模型处理所述订单特征数据,预测输出所述电池需求参数,其中,所述订单需求预测模型是基于CART算法训练的分类预测模型,并训练为根据输入的第一特征数据预测输出与该第一特征数据对应的订单需求。

8.一种服务系统,包括存储器和处理器,其特征在于,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行权利要求1至7中任一项所述的退役动力电池匹配重组方法的步骤。

9.一种存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至7中任一项所述的退役动力电池匹配重组方法。

退役动力电池匹配重组方法、服务系统及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及退役动力电池梯次利用技术领域,特别是退役动力电池匹配重组方法、服务系统及存储介质。

背景技术

[0002] 动力电池广泛用于电动汽车等领域,随着使用时间的推移,其性能会逐渐衰减,最终达到不能再满足车辆使用需求的退役状态,退役后的动力电池仍具有一定的剩余容量,可以用于储能等场景,在相关技术中,动力电池回收再利用的方式包括拆解回收和梯次利用,梯次利用因其能够延长电池的生命周期价值和实现对资源的充分利用,梯次利用在动力电池回收中越来越受到欢迎。

[0003] 相关技术中,在对退役动力电池进行梯次利用处理时,因退役动力电池在容量、内阻、健康状态等参数上存在显著差异,不同电池的性能一致性较差,基于现有的分选方法以静态指标为主,无法全面衡量电池的整体性能,使得分选精度和时效性难以兼顾,使得对退役动力电池进行重组生产的匹配效率低、库存管理难。

[0004] 目前针对相关技术中对退役动力电池进行重组匹配时因分选精度不足、使得的重组匹配效率低、库存管理难的问题,尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种退役动力电池匹配重组方法、服务系统及存储介质,以至少解决相关技术中对退役动力电池进行重组匹配时因分选精度不足、使得的重组匹配效率低、库存管理难的问题。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种退役动力电池匹配重组方法,包括:获得待重组的多个目标退役动力电池的目标信息,其中,每个所述目标信息包括多种目标指标参数,所述目标指标参数用于表征对应的所述目标退役动力电池的一种特性参数,所述特性参数至少用于表征所述目标退役动力电池的当前存储状态;在对每个所述目标退役动力电池所对应的多种所述目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训练的一致性分选模型处理每个所述目标退役动力电池所对应的多种所述标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电池集合所对应的分类标签数据,其中,所述分类标签数据包括用于表征所述退役动力电池集合在重组过程中应用于梯次场景的优先级的重组适配等级,所述一致性分选模型是基于模糊c-均值聚类算法训练的机器学习模型,并被训练为根据输入的电池特征参数生成与对应退役动力电池集合所对应的分类标签数据;基于预先获取的电池需求参数、多个所述退役动力电池集合以及对应的所述分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,其中,所述重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的所述退役动力电池对应的所述目标信息;在确定所述电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对所述生产订单需求信息和所述重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重

组,得到多个重组动力电池。

[0007] 第二方面,本申请实施例提供了一种服务系统,包括存储器和处理器,所述存储器中存储有计算机程序,所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行第一方面所述的退役动力电池匹配重组方法。

[0008] 第三方面,本申请实施例提供了一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上述第一方面所述的退役动力电池匹配重组方法。

[0009] 相比于相关技术,本申请实施例提供的退役动力电池匹配重组方法、服务系统及存储介质,采用获得待重组的多个目标退役动力电芯的目标信息,每个所述目标信息包括多种目标指标参数,所述目标指标参数用于表征对应的所述目标退役动力电芯的一种特性参数,所述特性参数至少用于表征所述目标退役动力电芯的当前存储状态;在对每个所述目标退役动力电芯所对应的多种所述目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个所述目标退役动力电芯所对应的多种所述标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据;基于预先获取的电池需求参数、多个所述退役动力电芯集合以及对应的所述分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,所述重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的所述退役动力电芯对应的所述目标信息;在确定所述电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对所述生产订单需求信息和所述重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池,解决相关技术中对退役动力电芯进行重组匹配时因分选精度不足、使的重组匹配效率低、库存管理难的问题,采用模糊聚类分选、多目标优化匹配以及启发式算法调度重组安排,以实现退役动力电池的高精度一致性分选、高效的订单需求匹配、优化的生产调度、精益的库存管理,提高退役电池资源的使用效率,降低废弃电池对环境的污染。

[0010] 本申请的一个或多个实施例的细节在以下附图和描述中提出,以使本申请的其他特征、目的和优点更加简明易懂。

附图说明

[0011] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0012] 图1是本申请实施例的退役动力电池匹配重组方法的终端的硬件结构框图;

[0013] 图2是根据本申请实施例的退役动力电池匹配重组方法的流程图;

[0014] 图3是根据本申请实施例的退役动力电池匹配重组装置的结构框图。

具体实施方式

[0015] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行描述和说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。基于本申请提供的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。此外,还可以理解的是,虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的,然而对于与本申请公开的内容相关

的本领域的普通技术人员而言,在本申请揭露的技术内容的基础上进行的一些设计,制造或者生产等变更只是常规的技术手段,不应理解为本申请公开的内容不充分。

[0016] 在本申请中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域普通技术人员显式地和隐式地理解的是,本申请所描述的实施例在不冲突的情况下,可以与其它实施例相结合。

[0017] 除非另作定义,本申请所涉及的技术术语或者科学术语应当为本申请所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请所涉及的“一”、“一个”、“一种”、“该”等类似词语并不表示数量限制,可表示单数或复数。本申请所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含;例如包含了一系列步骤或模块(单元)的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可以还包括没有列出的步骤或单元,或可以还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。本申请所涉及的“多环节”是指大于或者等于两个的环节。“和/或”描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。本申请所涉及的术语“第一”、“第二”、“第三”等仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序。

[0018] 本实施例提供的方法实施例可以在终端、计算机或者类似的运算装置中执行。以运行在终端上为例,图1是本申请实施例的退役动力电池匹配重组方法的终端的硬件结构框图。如图1所示,终端可以包括一个或多个(图1中仅示出一个)处理器102(处理器102可以包括但不限于微处理器MCU或可编程逻辑器件FPGA等的处理装置)和用于存储数据的存储器104,可选地,上述终端还可以包括用于通信功能的传输设备106以及输入输出设备108。本领域普通技术人员可以理解,图1所示的结构仅为示意,其并不对上述终端的结构造成限定。例如,终端还可包括比图1中所示更多或者更少的组件,或者具有与图1所示不同的配置。

[0019] 存储器104可用于存储计算机程序,例如,应用程序的软件程序以及模块,如本发明实施例中的退役动力电池匹配重组方法对应的计算机程序,处理器102通过运行存储在存储器104内的计算机程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,即实现上述的方法。存储器104可包括高速随机存储器,还可包括非易失性存储器,如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中,存储器104可进一步包括相对于处理器102远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0020] 传输设备106用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括终端的通信供应商提供的无线网络。在一个实例中,传输设备106包括一个网络适配器(Network Interface Controller,简称为NIC),其可通过基站与其他网络设备相连从而可与互联网进行通讯。在一个实例中,传输设备106可以为射频(Radio Frequency,简称为RF)模块,其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

[0021] 本实施例提供了一种运行于上述终端的退役动力电池匹配重组方法,图2是根据本申请实施例的退役动力电池匹配重组方法的流程图,如图2所示,该流程包括如下步骤:

[0022] 步骤S201,获得待重组的多个目标退役动力电芯的目标信息,其中,每个目标信息包括多种目标指标参数,目标指标参数用于表征对应的目标退役动力电芯的一种特性参数,特性参数至少用于表征目标退役动力电芯的当前存储状态。

[0023] 在本实施例中,在对退役动力电芯进行重组之前,需要对待重组的目标退役动力电芯进行一致性分选,进而使重组的动力电池满足对应的订单需求;而为对目标退役动力电芯进行一致性分选,需要利用每个目标退役动力电芯对应的相关参数,该相关参数包括静态参数和动态参数,在本实施例中,静态参数包括电芯内阻、电芯存续容量、电芯开路电压,静态参数用于反应电池的当前状态,且属于必备参数,动态参数包括充放电倍率、放电深度及健康状态(SOH),动态参数用于评估电芯的实际使用表现和存余寿命。

[0024] 步骤S202,在对每个目标退役动力电芯所对应的多种目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个目标退役动力电芯所对应的多种标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据,其中,分类标签数据包括用于表征退役动力电芯集合在重组过程中应用于梯次场景的优先级的重组适配等级,一致性分选模型是基于模糊c-均值聚类算法训练的机器学习模型,并被训练为根据输入的电池特征参数生成与对应退役动力电芯集合所对应的分类标签数据。

[0025] 在本实施例中,在将多种目标指标参数输入到训练好的一致性分选模型之前,先需要对多种目标指标参数进行预处理,也就是将多种目标指标参数处理为一致性分选模型能够识别的数据格式,并用于为一致性分选模型对目标退役动力电芯进行分选提供精准的数据支撑,而一致性分选模型是采用对应数据格式的样本数据集进行训练的;在本实施例中,将预处理转换生成对应的标准特征参数之后,将多种标准特征参数输入到一致性分选模型中,进行对每个目标退役动力电芯组对应的多种标准特征参数进行聚类,将性能相近的退役动力电芯聚为一类,并允许一定的模糊性,即每个退役动力电芯可以部分属于多个类,这种模糊性有助于在退役动力电芯性能差异较大的情况下实现柔性分组,确保聚类的鲁棒性。

[0026] 在本实施例中,运用机器学习的一致性分选模型对多个目标退役动力电芯进行聚类分选,通过一致性分选模型进行聚类处理,将性能相近的退役动力电芯归为同一类别,以便于后续重组匹配;在本实施例中,每个目标退役动力电芯的分类标签数据将该目标退役动力电池标记为某一类,且该一类内的电芯在容量、内阻、放电倍率和健康状态等方面具有较高的性能一致性,以分类标签数据作为分选结果,以用于后续的电芯重组和匹配过程,确保重组的电池组在性能上保持高度相似性,为电池组的稳定性和寿命提供保障。

[0027] 步骤S203,基于预先获取的电池需求参数、多个退役动力电芯集合以及对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,其中,重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的退役动力电芯对应的目标信息。

[0028] 在本实施例中,在确定目标退役动力电芯对应的分类标签数据之后,根据预先获取的电池需求参数(对应为订单需求数据),然后根据订单需求参数和以分类标签数据表征的分选结果,进行电池重组配置规划迭代,以重组匹配出合适的电池组;在其中一些可选实施方式中,电池需求参数是基于分析历史订单数据、当前市场趋势及应用场景需求进行需求预测得到的;在本实施例中,在进行电池重组配置规划迭代过程中,还进行以下几个目标

匹配:容量匹配,用于确保分配重组的电池组容量尽可能接近订单的容量需求,避免容量的浪费或不足;放电倍率匹配,通过选择满足订单放电倍率要求的电池,以确保在应用过程中电池的性能稳定性;寿命匹配,通过优选健康状态(SOH)较高的电池组,满足订单对电池寿命的需求并提升配置方案的长期可靠性;内阻匹配,根据订单对电池组内阻的要求,优选内阻合适的电池,降低内阻差异,以实现电池组内阻均衡并提高整体效率和安全性;在本实施例中,电池重组配置规划迭代是基于对库存的退役动力电芯的分选结果,综合分析库存退役动力电芯的标准特征参数(包括容量、内阻、放电倍率和健康状态(SOH)),以进行精准的筛选和智能匹配配置;在本实施例中,通过对标准特征参数的筛选,确保了重组的电池组能够满足订单需求,以及提升了退役动力电芯的利用效率,也就是电池重组配置规划迭代是通过对每个退役动力电芯的容量、内阻等指标进行细致分类,并基于订单对容量、寿命、放电倍率的要求来选择符合性能标准的电池组,从而满足梯次利用的应用场景;而本申请实施例采用引入人工蜂群算法,通过模拟蜜蜂采蜜的行为来迭代优化生成重组配置信息。

[0029] 步骤S204,在确定电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对生产订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池。

[0030] 在本实施例中,在生成重组配置信息之后,用启发式算法进行排产调度安排,该排产调度安排是基于电池组的重组生产要求、设备资源的分配以及订单的时间要求,通过合理安排生产资源和优化任务顺序,保障生产流程的高效性和稳定性。

[0031] 通过上述步骤S201至步骤S204,采用获得待重组的多个目标退役动力电芯的目标信息,每个目标信息包括多种目标指标参数,目标指标参数用于表征对应的目标退役动力电芯的一种特性参数,特性参数至少用于表征目标退役动力电芯的当前存储状态;在对每个目标退役动力电芯所对应的多种目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个目标退役动力电芯所对应的多种标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据;基于预先获取的电池需求参数、多个退役动力电芯集合以及对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的退役动力电芯对应的目标信息;在确定电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对生产订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池,解决相关技术中对退役动力电芯进行重组匹配时因分选精度不足、使的重组匹配效率低、库存管理难的问题,采用模糊聚类分选、多目标优化匹配以及启发式算法调度重组安排,以实现退役动力电池的高精度一致性分选、高效的订单需求匹配、优化的生产调度、精益的库存管理,提高退役电池资源的使用效率,降低废弃电池对环境的污染。

[0032] 需要说明的是,本申请实施例的退役动力电池匹配重组方法通过进行模糊聚类分选、多目标优化匹配以及启发式算法排产规划,以实现退役动力电芯的高精度一致性分选、高效的需求匹配、优化的生产调度、精益的库存管理。

[0033] 需要进一步说明的是,在本实施例中,在进行排产规划时,采用对当前的生产资源进行合理分配,包括组装设备、测试设备、存储空间和人员等资源,每个电池组的重组生产需求与可用资源相匹配,以确保设备利用率最大化;具体而言,不同的生产步骤(如充放电

测试、内阻测试、电池组装等)会根据生产需求和设备状况进行安排,确保每一步骤的设备需求得到合理满足;同时,在任务安排上,启发式算法用于优化生产排程,确保任务的顺序合理,该启发式算法通过模拟人类经验判断,快速计算出最优的任务排产顺序;在初始化阶段,排产规划生成的初始排产顺序优先考虑交付时间紧迫的订单,并保证生产任务的连续性;然后,采用将订单任务按紧急程度、任务复杂性和设备可用性进行优先级排序,以确定各订单在生产过程中的排产顺序,同时,启发式算法还会在局部优化阶段对任务顺序进行微调,确保任务依赖的各生产步骤衔接流畅,避免因资源冲突或任务等待导致的生产中断;在多次迭代改进过程中,还根据任务优先级和资源利用情况动态调整生产安排,以提高整体生产效率和资源利用率;再者,在调度过程中,会重点保障订单交付的时效性,对紧急订单优先处理,确保按时交付,对于较长周期的订单,通过平衡生产任务的分配,以确保各生产环节的资源得到均衡利用,若生产资源出现不足或设备故障,将自动调整任务或重排生产顺序,保障生产连续性和订单准时交付。

[0034] 在其中一些实施例,基于预先获取的电池需求参数、多个所述退役动力电芯集合以及对应的所述分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,包括如下步骤:

[0035] 步骤21,根据多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置,生成第一重组配置信息,其中,第一重组配置信息包括为第一动力电池组分选的目标退役动力电芯,第一动力电池组用于表示当前重组配置出的动力电池组。

[0036] 步骤22,从第一重组配置信息中,获取每个第一动力电池组对应的第一适应度,其中,第一适应度是基于为每个第一动力电池组分配的目标退役动力电芯所对应的分类标签数据所构建的适配函数计算的,并用于表征第一动力电池组的性能优异程度。

[0037] 步骤23,确定电池需求参数所对应的需求电池组所对应的目标适应度,并根据第一适应度与目标适应度的差值,对第一重组配置信息进行基于改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,直至差值不大于预设阈值,生成重组配置信息,其中,在全局搜索阶段,改进的人工蜂群算法引入了动态邻域调整和局部最优逃逸机制。

[0038] 在本实施例中,生成第一重组配置信息对应为利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置的初始化阶段,在初始化阶段,采用从退役动力电芯集合中随机选取若干退役动力电芯重组为第一动力电池组,并将第一动力电池组对应的配置方案作为初始解,在配置初始解之前,会为待配置出的初始解根据其电芯容量、放电倍率、寿命和内阻与订单需求的匹配程度分配一个适应度值,适应度值越高表示匹配程度越好,也就是初始解随机生成时需要与分配的适应度值进行匹配,而分配对应的适应度值之后,随机选取与分配的适应度值接近或相等的配置方案,也就是选出性能一致性近似的多个退役动力电芯,需要理解的是,配置出的初始解的第一适应度值并非就是分配的适应度值,第一适应度值是需要基于配置的多个退役动力电芯所对应的分类标签数据所构建的适配函数计算的,其可能与分配的适应度值相等,也可能是接近,通过对分配方案求解对应的适应度值,并根据分配的适应度值与求解出的适应度值的差值,对动力电池组对应的解进行配置调整,也就是进行基于改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,直至获得适配订单需求且性能优异的动力电池组,此时,对应动力电池组对应的适应度值与预设的目标适应度的差

值不大于预设阈值；需要说明的是，在本实施例中，在利用改进的人工蜂群算法生成初始解时，引入动态适应度值更新机制，并且，在初始化时考虑订单预测结果，对未来可能需求较大的参数，会分配设置更高的适应度值。

[0039] 通过步骤21至步骤23，实现了采用了改进的人工蜂群算法，通过模拟蜜蜂采蜜的过程寻找最优组合的动力电池组所对应的最优解，进而生成包含多个最优组合的动力电池组所对应的重组配置信息。

[0040] 在其中一些实施例中，根据多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据，利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置，生成第一重组配置信息，通过如下步骤实现：

[0041] 步骤31，获取多个退役动力电芯集合的所有退役动力电芯所对应的编码信息和分类标签数据，其中，编码信息是根据退役动力电芯的目标信息生成的。

[0042] 步骤32，对多个每个编码信息进行随机分配编码，得到与多个第一动力电池组所对应的多个编码体，其中，一个编码体对应一个第一动力电池组的重组配置结果。

[0043] 步骤33，确定每个目标退役动力电芯对应的分类标签数据所对应的电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻，并基于电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻构建的适配函数，计算每个编码体所对应的第一适应度，其中，构建适配函数时，基于电池需求参数，动态更新电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻所对应的权重。

[0044] 在本实施例中，适配函数是根据容量、放电倍率、寿命、电池组的内阻、订单需求约束及重组电池约束构建的，其中，容量匹配的函数为： $\text{CapacityMatch} = |C_{\text{order}} - C_{\text{group}}|$ ， C_{order} 为订单中的电池组的需求容量， C_{group} 为重组的动力电池组的容量，通过容量匹配，确保所分配的电池组容量接近订单的需求容量，避免因容量不足影响订单性能，或因容量过剩导致资源浪费；放电倍率匹配的函数为： $\text{DischargeRateMatch} = |D_{\text{order}} - D_{\text{group}}|$ ， D_{order} 为订单中的电池组的放电倍率需求， D_{group} 为重组的动力电池组的放电倍率，通过放电倍率匹配，籍以使的重组的电池组的放电倍率与订单需求的放电倍率，确保在订单实际应用中的输出功率符合要求；寿命匹配函数为： $\text{LifeMatch} = |L_{\text{order}} - \text{SOH}_{\text{group}}|$ ， L_{order} 为订单中的电池组的寿命需求， $\text{SOH}_{\text{group}}$ 为重组的动力电池组的健康状态，通过寿命匹配，确保电池组在使用周期内维持性能稳定，以满足订单的使用寿命需求。寿命匹配度高的电池组优先分配给对寿命要求较高的订单；内置匹配函数为： $\text{ResistanceMatch} = |R_{\text{order}} - R_{\text{group}}|$ ， R_{order} 为订单中的电池组对内置的需求， R_{group} 为重组的动力电池组的内置平均值，通过控制电池组的内置范围，确保电池组内组均衡，提升放电效率和使用安全性；在本实施例中，对应订单需求约束设置为确保每个分配的动力电池组的容量、放电倍率、寿命和内置均满足订单的最低需求；对重组电池约束设置为所有进入重组过程的电池必须来自一致性分选模块中同一分组的退役动力电芯集合，确保同一分组内的电池在性能参数上高度接近。

[0045] 需要说明的是，根据不同应用场景和订单需求，采用设定不同的目标权重，对于需要高功率输出的订单，增加放电倍率匹配的权重，进而优先确保重组电池组的放电能力；对于对寿命要求较高的订单，增加寿命匹配的权重，优先分配健康状态较好的电芯，从而重组出使用寿命长的动力电池组。

[0046] 步骤34，将多个编码体和每个编码体所对应的第一适应度，生成为第一重组配置信息。

[0047] 通过步骤31至步骤34，实现利用改进的人工蜂群算法进行初始解生成，为求解最

优的动力电池组提供数据基础。

[0048] 在其中一些实施例中,根据第一适应度与目标适应度的差值,对第一重组配置信息进行基于改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,通过如下步骤实现:

[0049] 步骤41,基于人工蜂群算法,对第一重组配置信息中的所有编码体进行第一邻域解生成,并对随机选取的第一邻域解所对应的目标退役动力电芯进行随机置换,生成多个第二编码体,其中,随机置换的目标退役动力电芯为同一个退役动力电芯集合中的目标退役动力电芯,第二编码体用于表征在局部搜索阶段重组的动力电池组的配置结果。

[0050] 在本实施例中,采用基于人工蜂群算法模拟蜜蜂采蜜,并界定为雇佣蜂阶段,从而在每个初始解对应的编码体的邻域内生成新的配置方案,也就是生成第一邻域解,并通过微调配置方案(第一邻域解)中的电芯组合,以及通过动态调整邻域范围,改善第一邻域解对应的适应度值;在本实施例中,通过自适应调整邻域大小,避免邻域范围过小导致的局部最优问题,同时扩大优质解的搜索范围;在本实施例中,对第一邻域解进行微调时,可以是对一个第一邻域解的部分目标退役动力电芯进行置换,例如:对于一个第一邻域解对应动力电池组的电芯为电芯1、电芯2、电芯3、电芯4、电芯5及电芯6,微调后,将电芯1和电芯6对应置换为电芯7和电芯9,从而形成新的动力电池组,还可以是对部分第一邻域解进行置换,例如:将第一邻域解a和第一邻域解b分别置换为第一邻域解f和第一邻域解g,可以理解的是,对邻域解的置换是对相关的动力电池组的置换;在本实施例中,在对第一邻域解进行微调之后,对应生成第二编码体对应的动力电池组。

[0051] 步骤42,在根据第二编码体所对应的适应度,从多个第二编码体中选取适应度值大于适应度阈值的第二编码体之后,确定出所选取的多个候选编码体中不属于预设的最优编码体池的候选编码体,并对确定出的候选编码体进行第二邻域解生成,以及将所有第二邻域解和多个候选编码体中属于最优编码体池的候选编码体作为第三编码体,其中,最优编码体池所存入的所有编码体是基于记忆力机制所获得的最优编码体,第三编码体用于表征在邻域优化阶段重组的动力电池组的配置结果。

[0052] 在本实施例中,模拟观察蜂阶段,并且根据每个第二编码体的适应度值,观察蜂选择适应度较高的解(对应为适应度值大于适应度阈值的第二编码体),并对其邻域进行更深层次的搜索;在本实施例中,观察蜂阶段加入了适应度阈值判定机制,采用对低于适应度阈值的第二编码体直接排除,集中优化高适应度解的邻域;同时,采用在邻域搜索中引入记忆池机制,将历史上表现优秀的编码体存入最优编码体池中,防止好的编码体在邻域搜索中被误淘汰,以提高匹配方案的精确度。

[0053] 步骤43,对随机选取的第三编码体所对应的目标退役动力电芯,在设定的全局搜索范围内进行随机全局搜索,生成满足局部最优逃逸机制的候选编码体,并将生成的多个候选编码体作为当次迭代所对应的候选重组配置信息,其中,全局搜索范围是通过引入随机因素和大范围搜索机制所确定的,局部最优逃逸机制用于表征在生成的候选编码体为最优解时,停止扩大全局搜索范围。

[0054] 在本实施例中,模拟侦察蜂阶段,采用在适应度值较小的编码体被淘汰后,侦察蜂通过动态生成新的编码体进行全局搜索,以保持解空间的多样性并防止算法陷入局部最优;在本实施例中,通过引入基于自适应控制的逃逸机制,使侦察蜂的全局搜索范围可以根

据当前解的分布情况自适应调整,在偏离全局最优时进行大范围搜索,逐步逼近最优动力电池组对应的编码体;可以理解的是,本实施例采用的局部最优逃逸机制是在生成的候选编码体陷入局部最优解时,会改变当前解的一部分帮助算法跳出局部最优解,探索更广阔的解空间(也就是扩大全局搜索范围)。

[0055] 步骤44,重复执行生成对应的候选重组配置信息的步骤,直至候选重组配置信息的适应度与目标适应度的差值不大于预设阈值,并将差值不大于预设阈值的候选重组配置信息作为重组配置信息。

[0056] 在本实施例中,采用进行多次迭代优化,以持续更新对应编码体的适应度值,通过各阶段的交替优化逐步收敛至最优的编码体;可以理解的是,本申请实施例所采用的改进的人工蜂群算法通过局部最优逃逸机制、自适应邻域和记忆池机制,提高了收敛速度和全局搜索能力,最终输出满足订单需求的最优匹配方案。

[0057] 在其中一些实施例中,启发式算法包括基于模拟退火的单亲遗传算法,对生产订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,通过如下步骤实现:

[0058] 步骤51,从重组配置信息中,获取重组配置的目标动力电池组对应的电池组编号,对多个电池组编号进行随机线性编码,得到初始线性编码体集,其中,初始线性编码体集中的每个第一线性编码个体用于表征一种对所有目标动力电池组进行重组的排产规划信息,排产规划信息包括为每个目标动力电池组分配的生产线和组装时间。

[0059] 步骤52,获取对初始线性编码集进行解码得到的与每个第一线性编码个体对应的第一排产规划信息,并根据从第一排产信息中提取到的每个目标动力电池组的组装时间,计算每个第一线性编码个体所对应的重组适应度,重组适应度用于表征对目标动力电池组重组的加工时间长短。

[0060] 步骤53,判断完成当前迭代所生成的所有当前线性编码个体所对应的重组适应度值是否小于预设的重组适应度阈值,其中,当前线性编码个体包括第一线性编码个体和完成上一次迭代所生成的线性编码个体其中之一。

[0061] 步骤54,在判断到所有当前线性编码个体的重组适应度值不小于重组适应度阈值的情况下,基于所有当前线性编码个体和基于模拟退火的单亲遗传算法,进行模拟退火操作迭代,直至生成的目标线性编码个体的重组适应度值小于重组适应度阈值,并将对所有目标线性编码个体进行解码所得到的排产规划信息作为目标排产规划信息,其中,模拟退火操作包括选择、变异、基于Metropolis准则接收新解、冷却。

[0062] 在本实施例中,排产规划的目标是:同一订单的重组方案尽可能的在同一时间完成生产,重组方案收益最大,再制造成本最小,排产规划的约束条件包括每个重组方案需按固定工艺流程进行再制造,且工艺流程间有紧前紧后的关系,每道工艺上有专业的机器,机器前有对应的缓冲区,一台机器同一时间只能加工一个重组方案,不同的重组方案在不同机器上的加工时间不同,不同的重组方案一般有不同的交付时间,不同的重组方案有不同的收益。

[0063] 在本实施例中,采用基于模拟退火的单亲遗传算法进行排产规划,具体流程如下:

[0064] 步骤1、初始化

[0065] 在本实施例中,生成初始线性编码体集,即初始种群,并设定初始温度 T_0 和冷却率 α ,每个第一线性编码个体代表一个重组方案,确定其在不同生产线的分配及生产开始时

间。

[0066] 步骤2、适应度评估

[0067] 在本实施例中,计算每个第一线性编码个体的适应度值,其中,适应度值反映了机器加工时间的长短,目标是最小化机器的加工时间。

[0068] 步骤3、选择。

[0069] 在本实施例中,选择适应度值较高的第一线性编码个体作为父代个体,以确保适应度较高的个体更有机会进入下一代。

[0070] 步骤4、变异操作

[0071] 在本实施例中,对选择的第一线性编码个体进行变异操作,模拟退火算法通过温度控制变异的范围和概率。在温度较高时,允许较大的变异范围,随机改变个体的产线分配和生产开始时间,随着温度逐渐降低,变异范围收窄,使算法逐步收敛,避免过度的搜索。

[0072] 步骤5、接受准则

[0073] 在本实施例中,变异操作所生成的新的编码体对应的解是否被接受取决于它的适应度值和当前温度;在本实施例中,采用基于Metropolis准则接收新解,可以在温度较高时接受较差的解,以避免陷入局部最优。若新解优于当前解,则直接接受新解。若新解劣于当前解,则以概率 $P=e^{(-\Delta f/T)}$ 接受新解,其中 Δf 为适应度差值, T 为当前温度。

[0074] 步骤6、冷却

[0075] 每次迭代后,按照冷却率 $T=\alpha T$ 更新温度逐渐降低温度,使搜索范围逐步收敛。

[0076] 步骤7、重复步骤1至步骤6,直到达到预设的停止条件(如迭代次数、温度阈值、适应度阈值等)。

[0077] 在其中一些实施例中,对每个目标退役动力电芯所对应的多种目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数,通过如下步骤实现:

[0078] 步骤61,在所获取的每个目标退役动力电芯的目标信息中,获取与每个目标退役动力电芯对应的特性参数,其中,特性参数至少包括以下之一:电芯容量、电芯内阻、开路电压、放电深度和荷电状态。

[0079] 在本实施例中,利用专业的测试设备对每个退役动力电芯进行详细的性能检测,采集关键参数,包括容量、内阻、开路电压、放电深度(DOD)和荷电状态(SOC)等原始数据。容量反映了电池存储能量的能力,内阻反映了电池的导电性能,开路电压用于初步判断电池的电化学性能,DOD和SOC则体现了电池在不同放电条件下的动态表现,每个退役动力电芯的数据都以记录文件的形式存储,形成一个完整的电池特征数据集,以便后续的处理和分析。

[0080] 步骤62,在对特性参数进行过滤、降噪、缺失值增删、异常值删减,生成多维度指标参数,其中,缺失值增删包括缺失值填补和缺失值剔除,缺失值填补包括采用平均值法、中位数法和插值法其中之一进行填补,异常值删减采用以下之一方法检测被删减的异常值:均值法、标准差法、箱线图法、离群点检测法。

[0081] 在本实施例中,数据采集完成后,需要对数据集进行预处理,由于不同退役动力电芯的使用历史和状态不同,采集到的数据可能存在缺失值、异常值,采集到的数据噪声会影响分选的准确性,采用通过数据预处理来提高数据质量,确保分选的准确性;在本实施例中,对缺失值处理的方法会根据情况选择填补或剔除,其中,缺失值填补方法包括使用平均

值、中位数或插值法来估算缺失值,保证数据集的完整性,如果数据缺失较多,且无法合理填补时,可以选择将缺失值较多的数据样本剔除,如此,确保数据的完整性,使每个退役动力电芯的参数数据完整;在本实施例中,异常值处理的方法包括基于统计学的均值法、标准差法、箱线图法或其他离群点检测方法,将明显异常的数值剔除或进行适当调整,以避免对分组结果产生误导,确保数据的准确性。

[0082] 步骤63,对多维度指标参数进行归一化处理和关键特征提取,得到与特性参数对应的标准特征参数。

[0083] 在本实施例中,对不同维度的指标参数进行归一化处理,将所有数据标准化到统一的尺度范围内,便于模糊聚类算法的处理,归一化的目的是将不同参数的数值范围统一到一个标准化区间,以消除不同量纲之间的影响,归一化后的数据更适合模糊聚类算法的处理,能够提升聚类效果的稳定性和精确度;在本实施例中,归一化指标参数之后,进行特征提取,也就是归一化指标参数后,从对应的指标参数中提取每个电芯的关键特征提取,包括容量、内阻、DOD和SOC等指标;通过将关键特征指标直接输入到模糊聚类算法中,用于表征电池的健康状态、放电能力以及电池的一致性。

[0084] 通过上述步骤61至步骤63,实现了对目标退役动力电芯所对应的多种目标指标参数进行预处理,能够提供进行退役动力电芯分选的准确性。

[0085] 在其中一些实施例中,一致性分选模型的训练,包括如下步骤:

[0086] 步骤71,获取预设的训练样本集,其中,训练样本集包括多个样本退役动力电芯对应的特性参数。

[0087] 步骤72,将训练样本集中的特性参数进行对应的预处理,生成与每个样本退役动力电芯对应的标准特征参数。

[0088] 步骤73,在从所有样本退役动力电芯对应的标准特征参数中选取初始聚类中心之后,基于初始聚类中心和所有样本退役动力电芯对应的标准特征参数,进行与基于模糊c-均值聚类算法对应的隶属度矩阵计算和聚类中心更新的迭代,直至隶属度矩阵收敛,生成一致性分选模型。

[0089] 在本实施例中,通过对预设的训练样本集对应的特性参数进行预处理、归一化以及特征提取之后,将提取的与样本退役动力电芯对应的标准特征参数输入基于模糊c-均值聚类算法(FCM)进行分选,基于FCM算法和每个样本退役动力电芯的标准特征参数,将性能相近的电芯聚为一类,并允许一定的模糊性;在本实施例中,在训练开始时,先设置初始聚类中心,初始聚类中心的设定方式可以是随机选取,或基于特征均值的预设位置,初始聚类中心为后续聚类过程提供参考点,随着算法的迭代,聚类中心会逐步调整到更合理的位置,从而提高聚类效果;之后,进行隶属度矩阵计算,在本实施例中,采用根据每个标准特征参数到聚类中心的距离,计算其在每个类别中的隶属度,隶属度矩阵记录了所有电芯在每个类别中的隶属程度,根据每个标准特征参数与聚类中心之间的距离,计算其在每个类别中的隶属度;可以理解的是,隶属度矩阵记录了所有电芯在各个类别中的隶属程度,对应的值介于0到1之间,表示电芯对某一聚类的隶属强度,隶属度矩阵使得每个对应的电芯可以以不同的隶属度值属于多个类别,从而能够更加精准地反映电芯之间的性能差异;在训练及分选过程中,在计算隶属度矩阵之后,会依据隶属度对聚类中心进行更新,更新的方式是加权计算各类别中所有标准特征参数的平均值,生成新的聚类中心,聚类中心的不断调整,使

得电芯分布逐步趋近于聚类中心所在位置,实现逐步细化聚类结果;此后,会进行迭代更新,也就是重复隶属度矩阵计算和聚类中心更新的步骤,直到隶属度矩阵的变化小于预设的收敛阈值或达到最大迭代次数,此时聚类结果即视为收敛,得到最终的分组结果,通过上述的重复迭代,保证了聚类的稳定性和精度,使分选结果达到最优。

[0090] 在其中一些实施例中,获取电池需求参数,通过如下步骤实现:

[0091] 步骤81,获取历史电池需求订单数据,其中,历史电池需求订单数据包括订单参数和时间参数,订单参数包括电池需求订单数量、需求的电池组容量、电池组放电倍率、电池组存续寿命,时间参数至少包括订单时间戳。

[0092] 步骤82,对历史电池需求订单数据对应的订单参数和时间参数进行数据清洗,生成第一订单数据,其中,数据清洗至少包括以下之一:采用均值填充、插值或删除的方法,对订单参数和时间参数的缺失值进行处理;采用均值法、标准差法和箱线图法其中之一对订单参数和时间参数的异常值进行检测,并删减被检测出的异常值。

[0093] 步骤83,利用特征工程处理第一订单数据,生成订单特征数据,并利用已训备的订单需求预测模型处理订单特征数据,预测输出电池需求参数,其中,订单需求预测模型是基于CART算法训练的分类预测模型,并训练为根据输入的第一特征数据预测输出与该第一特征数据对应的订单需求。

[0094] 在其中一些可选实施方式中,采用如下步骤训练订单需求预测模型:

[0095] 步骤1、收集历史电池需求订单数据

[0096] 在本实施例中,会收集过去一段时间的电池需求订单,电池需求订单的数据包括电池需求订单数量、需求的电池组容量、电池组放电倍率及电池组存续寿命的订单参数,以及包括订单的时间戳和其他关联的时间特征(如季节、月份、周数等)的时间参数。

[0097] 步骤2,数据清洗

[0098] 在本实施例中,对电池需求订单数据进行预处理,处理缺失值、异常值和重复值,确保数据的完整性和一致性,其中,对于缺失值,可以采用均值填充、插值或删除;对于异常值,使用统计方法或箱线图法进行检测和处理。

[0099] 步骤3,特征工程

[0100] 在本实施例中,对第一订单数据,利用特征工程进行特征提取和创建新的特征,以提升订单需求预测的预测效果,例如,采用根据时间生成新的时间特征(如月初、月中、月末等),还可以提取订单的类型、应用场景等信息,作为对应的输入特征。

[0101] 步骤4,数据分割

[0102] 在本实施例中,将特征工程生成的订单特征数据为训练集、验证集和测试集。

[0103] 步骤5,模型训练

[0104] 在本实施例中,模型训练过程是通过输入特征和历史电池需求订单数据,训练决策树模型,从而学习特征与订单需求量之间的关系。

[0105] 步骤6,特征选择

[0106] 在本实施例中,根据CART算法的划分标准,选择最能降低均方误差的特征作为分割点,逐层构建树形结构,其中,特征选择的过程会在训练数据中找到最重要的特征组合,以便模型能够生成准确的预测值。

[0107] 步骤7,节点初始分割

[0108] 在本实施例中,从根节点开始,通过均方误差最小化的标准选择最佳特征和分割点,将数据集分割为两个子集,每个子集形成新的节点,这些节点会成为树的分支。

[0109] 步骤8,节点递归分割

[0110] 在本实施例中,对每个新节点重复上述过程,继续寻找最佳分割特征和分割点,以最小化每个子集的均方误差,CART算法不断对每个节点进行分割,直到达到停止条件。

[0111] 步骤9,节点停止分割

[0112] 在本实施例中,CART回归树的递归过程在满足停止条件时结束:节点分裂后均方误差的减少量小于预设的阈值。

[0113] 步骤10,计算节点的均方误差

[0114] 在本实施例中,对于每个分割后的子集,计算其均方误差,并对所有节点的均方误差进行加权平均,得到该分割的总体均方误差。

[0115] 步骤11,生成叶节点

[0116] 在本实施例中,当达到停止条件时,决策树停止进一步分裂,可以理解的是,在回归任务中,每个叶节点的输出值通常为该节点数据的平均订单需求量,也表示该节点的预测值。

[0117] 步骤12,后剪枝处理

[0118] 可以理解的是,决策树容易过拟合,尤其是在数据噪声较大的情况下,在树构建完成后,通过剪枝来简化树结构,后剪枝通常基于代价复杂度剪枝,通过在叶节点上计算代价复杂度并选择代价最低的剪枝方案,以减少过拟合,其中,节点复杂度代价为节点的均方误差加上复杂度惩罚项,在训练完成后,对决策树模型的性能进行评估,确保其对订单需求量的预测准确且具有泛化能力。

[0119] 步骤13,模型评估,使用验证集评估模型的预测效果,计算验证集的 R^2 评分

[0120] 步骤14,超参数调优,在模型评估后,通过超参数调优来进一步提高模型性能,决策树超参数包括:最大深度、最小样本分裂数、最小叶节点样本数等,通过随机搜索来选择最佳参数组合。

[0121] 步骤15,交叉验证,在训练集上进行交叉验证,将数据划分为多个子集,进行多次训练和验证,取平均性能指标作为最终结果。

[0122] 步骤16,模型测试,使用测试集数据对决策树模型进行最终测试,计算 R^2 评价指标。

[0123] 在训练出订单需求预测模型之后,会将训练好的决策树模型进行部署,并结合实时订单数据进行订单需求预测;可以理解的是,还会对训练好的订单需求预测模型进行监控,也就是定期监控决策树模型的预测误差,分析模型性能的变化,如果预测误差显著增大,表示市场环境发生变化,现有订单需求预测模型不再适应,需要进行更新,并采用增量学习或重新训练的方式进行更新,其中,对于轻微变化的场景,采用增量学习的方法,通过少量新数据更新模型参数;对于显著变化的情况,使用新的历史订单数据重新训练模型,以确保模型的准确性;在使用订单需求预测模型过程中,还采用反馈学习机制,也就是通过收集实际订单需求量与模型预测值的差异,通过反馈机制来不断优化模型;还会采用数据特征优化处理,采用通过特征选择和特征重要性评估,不断优化输入特征,以提升模型的预测效果。

[0124] 在本实施例中,对于外特性参数对应的目标指标参数(例如:退役动力电池组种类、退役动力电池组品级、退役动力电池组类型),是指在动力电池退役后并确定被用于重组时,从预设的指标参数中筛选出较为重要的指标参数,并赋予给对应的目标退役动力电池组,当接收到待仓储的目标退役动力电池组时,每个目标退役动力电池组的目标信息已经具有表征外特性参数对应的目标指标参数;而表征内特性参数的目标指标参数可以是在动力电池退役为目标退役动力电池组时测量得到的,还可以是在仓储入库时进行测量得到。

[0125] 本实施例还提供了退役动力电池匹配重组装置,该装置用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的,术语“模块”、“单元”、“子单元”等可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

[0126] 图3是根据本申请实施例的退役动力电池匹配重组装置的结构框图,如图3所示,该装置包括获取模块31、分选模块32、规划模块33和处理模块34,其中,

[0127] 获取模块31,用于获得待重组的多个目标退役动力电池的目标信息,其中,每个目标信息包括多种目标指标参数,目标指标参数用于表征对应的目标退役动力电池的一种特性参数,特性参数至少用于表征目标退役动力电池的当前存储状态。

[0128] 分选模块32,与获取模块31耦合连接,用于在对每个目标退役动力电池所对应的多种目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个目标退役动力电池所对应的多种标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电池集合所对应的分类标签数据,其中,分类标签数据包括用于表征退役动力电池集合在重组过程中应用于梯次场景的优先级的重组适配等级,一致性分选模型是基于模糊c-均值聚类算法训练的机器学习模型,并被训练为根据输入的电池特征参数生成与对应退役动力电池集合所对应的分类标签数据。

[0129] 规划模块33,与分选模块32耦合连接,用于基于预先获取的电池需求参数、多个退役动力电池集合以及对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,其中,重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的退役动力电池对应的目标信息。

[0130] 处理模块34,与规划模块33耦合连接,用于在确定电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对生产订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池。

[0131] 在其中一些实施例中,该规划模块33进一步包括:

[0132] 配置单元,用于根据多个退役动力电池集合所对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置,生成第一重组配置信息,其中,第一重组配置信息包括为第一动力电池组分选的目标退役动力电池,第一动力电池组用于表示当前重组配置出的动力电池组;

[0133] 获取单元,与配置单元耦合连接,用于从第一重组配置信息中,获取每个第一动力电池组对应的第一适应度,其中,第一适应度是基于为每个第一动力电池组分配的目标退役动力电池所对应的分类标签数据所构建的适配函数计算的,并用于表征第一动力电池组的性能优异程度;

[0134] 确定单元,与获取单元耦合连接,用于确定电池需求参数所对应的需求电池组所对应的目标适应度,并根据第一适应度与目标适应度的差值,对第一重组配置信息进行基于改进的人工蜂群算法的局部搜索、邻域优化及全局搜索的迭代,直至差值不大于预设阈值,生成重组配置信息,其中,在全局搜索阶段,改进的人工蜂群算法引入了动态邻域调整和局部最优逃逸机制。

[0135] 在其中一些实施例中,该配置单元还用于获取多个退役动力电芯集合的所有退役动力电芯所对应的编码信息和分类标签数据,其中,编码信息是根据退役动力电芯的目标信息生成的;对多个每个编码信息进行随机分配编码,得到与多个第一动力电池组所对应的多个编码体,其中,一个编码体对应一个第一动力电池组的重组配置结果;确定每个目标退役动力电芯对应的分类标签数据所对应的电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻,并基于电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻构建的适配函数,计算每个编码体所对应的第一适应度,其中,构建适配函数时,基于电池需求参数,动态更新电池容量、放电倍率、存续寿命和电池内阻所对应的权重;将多个编码体和每个编码体所对应的第一适应度,生成第一重组配置信息。

[0136] 在其中一些实施例中,该确定单元还用于基于人工蜂群算法,对第一重组配置信息中的所有编码体进行第一邻域解生成,并对随机选取的第一邻域解所对应的目标退役动力电芯进行随机置换,生成多个第二编码体,其中,随机置换的目标退役动力电芯为同一个退役动力电芯集合中的目标退役动力电芯,第二编码体用于表征在局部搜索阶段重组的动力电池组的配置结果;在根据第二编码体所对应的适应度,从多个第二编码体中选取适应度值大于适应度阈值的第二编码体之后,确定出所选取的多个候选编码体中不属于预设的最优编码体池的候选编码体,并对确定出的候选编码体进行第二邻域解生成,以及将所有第二邻域解和多个候选编码体中属于最优编码体池的候选编码体作为第三编码体,其中,最优编码体池所存入的所有编码体是基于记忆力机制所获得的最优编码体,第三编码体用于表征在邻域优化阶段重组的动力电池组的配置结果;对随机选取的第三编码体所对应的目标退役动力电芯,在设定的全局搜索范围内进行随机全局搜索,生成满足局部最优逃逸机制的候选编码体,并将生成的多个候选编码体作为当次迭代所对应的候选重组配置信息,其中,全局搜索范围是通过引入随机因素和大范围搜索机制所确定的,局部最优逃逸机制用于表征在生成的候选编码体为最优解时,停止扩大全局搜索范围;重复执行生成对应的候选重组配置信息的步骤,直至候选重组配置信息的适应度与目标适应度的差值不大于预设阈值,并将差值不大于预设阈值的候选重组配置信息作为重组配置信息。

[0137] 在其中一些实施例中,启发式算法包括基于模拟退火的单亲遗传算法,该处理模块34进一步包括:

[0138] 编码单元,用于从重组配置信息中,获取重组配置的目标动力电池组对应的电池组编号,对多个电池组编号进行随机线性编码,得到初始线性编码体集,其中,初始线性编码体集中的每个第一线性编码个体用于表征一种对所有目标动力电池组进行重组的排产规划信息,排产规划信息包括为每个目标动力电池组分配的生产线和组装时间;

[0139] 计算单元,与编码单元耦合连接,用于获取对初始线性编码集进行解码得到的与每个第一线性编码个体对应的第一排产规划信息,并根据从第一排产信息中提取到的每个目标动力电池组的组装时间,计算每个第一线性编码个体所对应的重组适应度,重组适应

度用于表征对目标动力电池组重组的加工时间长短;

[0140] 判断单元,与计算单元耦合连接,用于判断完成当前迭代所生成的所有当前线性编码个体所对应的重组适应度值是否小于预设的重组适应度阈值,其中,当前线性编码个体包括第一线性编码个体和完成上一次迭代所生成的线性编码个体其中之一;

[0141] 操作单元,与判断单元耦合连接,用于在判断到所有当前线性编码个体的重组适应度值不小于重组适应度阈值的情况下,基于所有当前线性编码个体和基于模拟退火的单亲遗传算法,进行模拟退火操作迭代,直至生成的目标线性编码个体的重组适应度值小于重组适应度阈值,并将对所有目标线性编码个体进行解码所得到的排产规划信息作为目标排产规划信息,其中,模拟退火操作包括选择、变异、基于Metropolis准则接收新解、冷却。

[0142] 在其中一些实施例中,该分选模块32进一步包括:

[0143] 提取单元,用于在所获取的每个目标退役动力电芯的目标信息中,获取与每个目标退役动力电芯对应的特性参数,其中,特性参数至少包括以下之一:电芯容量、电芯内阻、开路电压、放电深度和荷电状态;

[0144] 生成单元,与提取单元耦合连接,用于在对特性参数进行过滤、降噪、缺失值增删、异常值删减,生成多维度指标参数,其中,缺失值增删包括缺失值填补和缺失值剔除,缺失值填补包括采用平均值法、中位数法和插值法其中之一进行填补,异常值删减采用以下之一方法检测被删减的异常值:均值法、标准差法、箱线图法、离群点检测法;

[0145] 处理单元,与生成单元耦合连接,用于对多维度指标参数进行归一化处理和关键特征提取,得到与特性参数对应的标准特征参数。

[0146] 在其中一些实施例中,该退役动力电池匹配重组装置还通过获取预设的训练样本集,其中,训练样本集包括多个样本退役动力电芯对应的特性参数;将训练样本集中的特性参数进行对应的预处理,生成与每个样本退役动力电芯对应的标准特征参数;在从所有样本退役动力电芯对应的标准特征参数中选取初始聚类中心之后,基于初始聚类中心和所有样本退役动力电芯对应的标准特征参数,进行与基于模糊c-均值聚类算法对应的隶属度矩阵计算和聚类中心更新的迭代,直至隶属度矩阵收敛,生成一致性分选模型。

[0147] 在其中一些实施例中,该规划模块33还用于获取历史电池需求订单数据,其中,历史电池需求订单数据包括订单参数和时间参数,订单参数包括电池需求订单数量、需求的电池组容量、电池组放电倍率、电池组存续寿命,时间参数至少包括订单时间戳;对历史电池需求订单数据对应的订单参数和时间参数进行数据清洗,生成第一订单数据,其中,数据清洗至少包括以下之一:采用均值填充、插值或删除的方法,对订单参数和时间参数的缺失值进行处理;采用均值法、标准差法和箱线图法其中之一对订单参数和时间参数的异常值进行检测,并删减被检测出的异常值;利用特征工程处理第一订单数据,生成订单特征数据,并利用已训备的订单需求预测模型处理订单特征数据,预测输出电池需求参数,其中,订单需求预测模型是基于CART算法训练的分类预测模型,并训练为根据输入的第一特征数据预测输出与该第一特征数据对应的订单需求。

[0148] 本实施例还提供了一种服务系统,包括存储器和处理器,该存储器中存储有计算机程序,该处理器被设置为运行计算机程序以执行上述任一项方法实施例中的步骤。

[0149] 可选地,上述重组配置系统还可以包括传输设备以及输入输出设备,其中,该传输设备和上述处理器连接,该输入输出设备和上述处理器连接。

[0150] 可选地,在本实施例中,上述处理器可以被设置为通过计算机程序执行以下步骤:

[0151] S1,获得待重组的多个目标退役动力电芯的目标信息,其中,每个目标信息包括多种目标指标参数,目标指标参数用于表征对应的目标退役动力电芯的一种特性参数,特性参数至少用于表征目标退役动力电芯的当前存储状态。

[0152] S2,在对每个目标退役动力电芯所对应的多种目标指标参数进行预处理,生成对应的多种标准特征参数之后,利用已训备的一致性分选模型处理每个目标退役动力电芯所对应的多种标准特征参数,得到分选出的多个退役动力电芯集合所对应的分类标签数据,其中,分类标签数据包括用于表征退役动力电芯集合在重组过程中应用于梯次场景的优先级的重组适配等级,一致性分选模型是基于模糊c-均值聚类算法训练的机器学习模型,并被训练为根据输入的电池特征参数生成与对应退役动力电芯集合所对应的分类标签数据。

[0153] S3,基于预先获取的电池需求参数、多个退役动力电芯集合以及对应的分类标签数据,利用改进的人工蜂群算法进行电池重组配置规划迭代,生成对应的重组配置信息,其中,重组配置信息包括重组的动力电池组所对应的退役动力电芯对应的目标信息。

[0154] S4,在确定电池需求参数所对应的生产订单需求信息之后,对生产订单需求信息和重组配置信息,利用预设的启发式算法进行排产规划,并按生成的目标排产规划信息进行动力电池重组,得到多个重组动力电池。

[0155] 需要说明的是,本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例,本实施例在此不再赘述。

[0156] 另外,结合上述实施例中的退役动力电池匹配重组方法,本申请实施例可提供一种存储介质来实现。该存储介质上存储有计算机程序;该计算机程序被处理器执行时实现上述实施例中的任意一种退役动力电池匹配重组方法。

[0157] 本领域的技术人员应该明白,以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0158] 以上实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

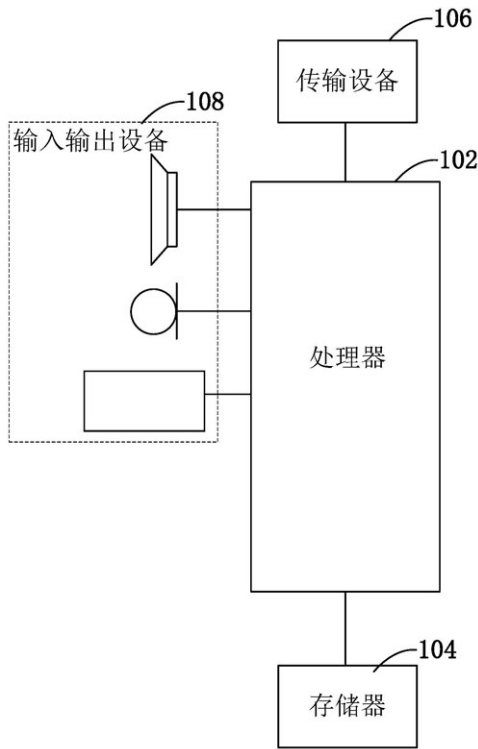


图 1

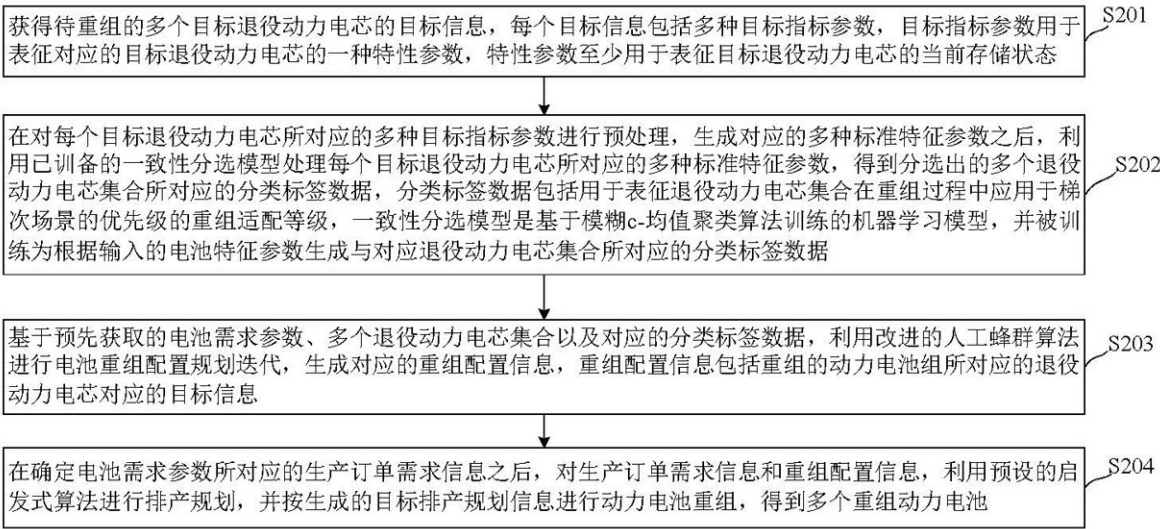


图 2

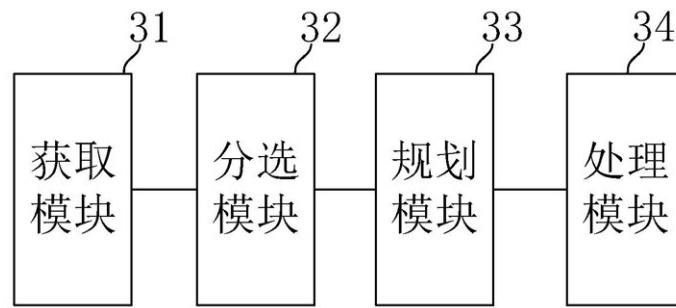


图 3