

物流物资调拨方法、装置、计算机设备及存储介质

技术领域

本申请涉及物流运输技术领域，具体涉及一种物流物资调拨方法、装置、计算机设备及存储介质。

5 发明背景

在物流作业中，集装箱等物流物资随着快递在中转场与各网点之间集散货而流转，因中转场有实时用集装箱的需求、并且网点用于容纳集装箱的空间有限，因此需要人为辅助调拨集装箱，快速满足中转场对集装箱的适用需求、并释放网点的空间。现有的人工调拨需要加派车辆单独进行物资运输，导致成本增加。

10 发明内容

基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种物流物资调拨方法、装置、计算机设备及存储介质，可以降低物流物资调拨的成本。

15 第一方面，本申请提供一种物流物资调拨方法，包括：获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息；针对每个运输点，根据历史物流信息确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间；根据运输点信息和集散货线路确定物资调拨线路；根据运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路，确定物资调拨模型；求解物资调拨模型确定物资调拨方案。

20 第二方面，本申请提供一种物流物资调拨装置，包括：信息获取模块，用于获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息；空间分析模块，与信息获取模块通讯连接，用于针对每个运输点，根据历史物流信息确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间；线路规划模块，与信息获取模块、空间分析模块通讯连接，用于根据运输点信息和集散货线路确定物资调拨线路；方案规划模块，与信息获取模块、空间分析模块、线路规划模块通讯连接，用于根据运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路，确定物资调拨模型；求解物资调拨模型确定物资调拨方案。

25 第三方面，本申请还提供一种计算机设备，计算机设备包括：一个或多个处理器；存储器；以及一个或多个应用程序，其中一个或多个应用程序被存储于存储器中，并配置为由处理器执行以实现上述物流物资调拨方法。

30 第四方面，本申请还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器进行加载，以执行上述物流物资调拨方法中的步骤。

35 上述物流物资调拨方法、装置、计算机设备及存储介质，根据调拨区域各运输点的历史物流信息分析各运输点快件的装载规律，进而分析各集散货线路上运输车辆在每个运输点的物资可用空间，然后基于运输点信息和集散货线路确定物资调拨线路，进而基于运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路，确定物资调拨模型并求解物资调拨模型确定物资调拨方案，如此可降低物流物资调拨的成本。

附图简要说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- 5 图1是本申请一实施例提供的物流物资调拨方法的流程示意图。
- 图2是本申请一实施例提供的调拨区域的确定过程的流程示意图。
- 图3是本申请一实施例提供的调拨区域内网点与中转场映射关系的示意图。
- 图4是本申请一实施例提供的物资可用空间的确定过程的流程示意图。
- 图5是本申请一实施例提供的物资调拨线路以及加车车辆信息的确定过程的流程示意图。
- 10 图6是本申请一实施例提供的加车候选线路的确定过程的流程示意图。
- 图7是本申请一实施例提供的物资调拨模型的确定过程的流程示意图。
- 图8是图7中步骤S601的流程示意图。
- 图9是本申请另一实施例提供的物流物资调拨方法的流程示意图。
- 图10是本申请一实施例提供的物流物资调拨装置的结构示意图。
- 15 图11是本申请一实施例提供的计算机设备的结构示意图。
- 图12是本申请一实施例提供的存储介质的结构示意图。

实施本发明的方式

参阅图1，本申请实施例提供了一种物流物资调拨方法，该方法可包括如下步骤S101~S105。

- 20 S101，获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息。
- 具体地，运输点为快件的中转集运地点，包括但不限于中转场以及网点等。运输点信息包括但不限于运输点位置、运输点限行车辆类型以及运输点空间大小等信息中的至少一种。
- 集散货线路包括调拨区域内的集货线路和散货线路，集货线路用于将各运输点的快件装
- 25 载到运输车辆上，并不从运输车辆上卸快件到各运输点。同样地，散货线路用于从运输车辆上卸快件到各运输点，不将各运输点的快件装载到运输车辆上。因此在集散货线路上，运输车辆在
- 各运输点可能存在物资可用空间用于调拨物资。其中，物资可以是用于容纳快件的容器。调拨的物资可包括：物流物资笼、编织袋和可回收利用的快件包装等集装器物资中的至少一种。历史物流信息指集散货线路上各运输点的快件运输信息和运输车辆信息。
- 30 在一个实施例中，如图2所示，在步骤S101之前，物流物资调拨方法还包括：S201，获取目标区域中参与调拨的网点和中转场；S202，根据预设的网点与中转场的映射关系，对参与调拨的网点和中转场进行划分，得到多个调拨区域。
- 具体地，本申请实施例可应用于目标区域中具有直接快件运输关系的运输点，例如网点和中转场。网点的快件都直接运输至中转场中转，中转场则根据快件所述的分区将其分发至
- 35 各网点，预设的网点与中转场的映射关系即为网点与中转场之间的运输关系。
- 获取目标区域中参与调拨的网点和中转场，中转场集散货到各网点，同时各网点由不同区部管辖。因此先将网点按照其所属区部分组。考虑到不同区部的网点可能由同一中转场集散货，因此，如图3所示，若不同区部内有映射到同一中转场的网点，则将区部分组合并到同一组。这样可确保各分组的物资调拨网络互不影响、且各分组内的物资调拨网络联通。每个
- 40 分组即为一个调拨区域，每个调拨区域内仅包含一个中转场。
- S102，针对每个运输点，根据历史物流信息确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间。

具体地，历史物流信息指集散货线路上各运输点的快件运输信息和运输车辆信息，快件运输信息包括但不限于快件装卸量。集散货线路上各运输点的装载情况具有明显的周期性，因此通过历史物流信息可确定集散货线路上每个运输点对应的物资可用空间。物资可用空间用于调拨转运物流物资。不同快件以及不同物流物资所占用的体积不同，因此可以通过统一的单位体积大小作为衡量运输车辆空间的标准，以便进行统计计算。

在一个实施例中，历史物流信息包括快件运输信息和运输车辆信息，如图4所示，步骤S102包括：S301，根据快件运输信息确定集散货线路中运输点的历史快件装卸量；S302，根据历史快件装卸量和运输车辆信息，确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间。

具体地，快件装卸量包括装货量和卸货量，集货线路用于装各运输点的快件，散货线路用于卸快件到各运输点。根据快件运输信息分别确定集货线路在每个运输点的装货量，以及散货线路在每个运输点的散货量。通过对同一线路在同一运输点多次的装货量或散货量进行统计分析，确定集散货线路中每个运输点的历史快件装卸量。其中，集散货线路中每条线路是周期性地按照相同的路线进行集散货，因此同一线路为集散货线路中周期性地按照相同顺序途经相同运输点的线路。

根据运输车辆信息确定各集散货线路所用的运输车辆的装载空间（运输车辆的装载量），结合集散货线路中每个运输点的历史快件装卸量，确定集散货线路上运输车辆在每个运输点的物资可用空间。运输车辆在集散货线路上各运输点的物资可用空间为：运输车辆的装载量-（在集散货线路经停网点的累计装载数量-在集散货线路经停网点的累计卸载数量）。例如，集货线路的起点可以是中转场，运输车辆从集货线路的起点出发时可无装载量，随着经过网点装货，运输车辆的可用空间被占用。

S103，根据运输点信息和集散货线路确定物资调拨线路。

具体的，在散货线路上，运输车辆上的快件逐渐卸载到各运输点，运输车辆上的物资可用空间逐渐变多。在集货线路上，运输车辆从中转场空车出发，同样具有充足的物资可用空间。因此可以将集散货线路作为物资调拨线路，集散货线路上运输车辆在集散货的同时可将物资可用空间用于调拨物资，如此可有效利用现有的集散货线路上的运输车辆的可用空间，即将集散货线路上运输车辆上除快件之外的剩余空间用于调拨物流物资，降低成本。

此外，现有可选的集散货线路运力可能无法满足及时调拨物流物资的需求，需要增加加车运力来运输物流物资，因此可根据运输点信息确定加车候选线路作为额外的物资调拨线路，即物资调拨线路包括集散货线路和加车候选线路。需要说明的是，加车候选线路仅用于调拨物流物资，不用于装载快件。

在一个实施例中，运输点信息包括运输点的限行车辆信息以及运输点的坐标信息。如图5所示，步骤S103包括：S401，在集散货线路的运力小于或等于物资调拨需求运力的情况下，枚举多个运输点中每个运输点的加车串点线路；S402，根据运输点信息中的坐标信息获取加车串点线路的总运输距离和起终点距离；S403，根据总运输距离和起终点距离，对多个运输点对应的多个加车串点线路进行筛选，得到加车候选线路。在一个示例性的实施例中，该物流物资调拨方法还包括：S404，根据运输点信息中的限行车辆信息确定加车候选线路的加车车辆信息。

在一些示例性的实施例中，集散货线路的运力可根据运输车辆的可用空间确定。物资调拨需求运力可以是预设的，例如，可以根据集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间确定。

具体的，每个调拨区域内包含的运输点的数量有限，因此可枚举各运输点的加车串点线路，加车串点线路中途经的运输点的数量和顺序可以根据调拨区域的实际情况进行限制，也可以不作任何限制。

获取各加车串点线路的总运输距离和起终点距离，总运输距离为加车串点线路经过的各运输点之间的距离之和。例如，某加车串点线路为运输点A到B到C到D，则起终点距离为AD之间的距离，总运输距离为AB之间的距离、BC之间的距离以及CD之间的距离三者之和。

根据总运输距离和起终点距离对多个加车串点线路进行筛选得到加车候选线路。运输点信息包括各运输点的限行车辆信息，因此根据运输点信息可确定各加车候选线路的加车车辆信息。加车车辆信息为各加车候选线路的运输车辆的信息，包括但不限于车辆类型以及可装载空间等信息中的至少一种。

- 5 此外，对于本实施例确定的加车候选线路，数量越多，成本越高，因此需要对各加车候选线路的成本进行核算，如果运输点信息中没有包含任意两运输点之间通行的成本信息，则去除包含该两运输点的加车候选线路，然后对剩余的加车候选线路进行距离的计算和线路筛选。

- 10 在一个实施例中，如图6所示，步骤S403包括：S501，若多个加车串点线路中至少两个目标加车串点线路经过的运输点相同，则确定总运输距离最短的目标加车串点线路为候选线路；S502，根据候选线路的总运输距离和起终点距离确定线路迂回比；S503，在线路迂回比小于等于预设迂回比阈值的情况下，将候选线路确定为加车候选线路。

- 15 具体的，如果至少两个目标加车串点线路经过的运输点相同，即如果加车候选线路中多个线路经过的运输点相同但是顺序不同，例如目标加车串点线路1为运输点A到B到C，目标加车串点线路2为运输点A到C到B，则确定总运输距离最短的目标加车串点线路为候选线路，即所有的候选线路相互之间经过的运输点不完全相同。

- 20 线路迂回比可用于表征候选线路的绕行程度。某候选线路的线路迂回比可以是根据该候选线路的总运输距离和起终点距离的乘积确定的，或者，是根据该候选线路的总运输距离和起终点距离之间的比值确定的。确定线路迂回比小于等于预设迂回比阈值的候选线路为加车候选线路。线路迂回比越小，对应的候选线路的绕行程度越低，即在所有的候选线路中优先选择绕行程度更低的线路作为加车候选线路。

S104，根据运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路，确定物资调拨模型。

- 25 具体的，物资调拨模型包括目标函数和约束条件，根据运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路确定各项约束条件，约束条件包括但不限于运输点物流物资的库存约束以及物资调拨线路上运输车辆可用空间的约束等中的至少一种。目标函数为多目标模型，即综合考虑约束条件中多个参数，以使总的成本最低，进而可得到最优解。

- 30 在一个实施例中，物资调拨模型包括目标函数和约束条件，约束条件包括各运输点的物资的缺口约束、富裕约束以及装卸量约束。运输点信息还包括运输点的库存信息。在一个示例性的实施例中，如图7所示，步骤S104包括：S601，根据运输点信息中的库存信息、历史物流信息、加车车辆信息以及物资可用空间，确定物资调拨线路的每个运输点的物资缺口数的缺口约束、物资富裕数的富裕约束以及物资装卸量的装卸量约束；S602，根据物资装卸量，确定物资装卸次数；S603，根据加车车辆信息以及运输点信息中的坐标信息确定加车候选线路的加车线路成本；S604，根据物资缺口数、物资富裕数、物资装卸次数、加车线路成本以及预设的权重系数，确定目标函数。

- 35 具体的，约束条件包括各运输点的物资的缺口约束、富裕约束以及装卸量约束，运输点信息包含各运输点的物流物资的库存信息。库存信息包括最小允许库存量和最大允许库存量，其中对于部分运输点，白天可以将快件、物流物资等放置在室外，因此最大允许库存量分为白天最大允许库存量和夜晚最大允许库存量。由于各运输点的物资的实时库存量具有一定波动性，而且运输点的空间具有一定的调节性，因此不能够完全将各运输点的物资的实时库存量限制在最小允许库存量和最大允许库存量之间。但是考虑到运输点的调节能力有限，需要对各运输点的最小允许库存量与物资的实时库存量的差值即物资缺口数进行缺口约束，对各运输点的物资的实时库存量与最大允许库存量的差值即物资富裕数进行富裕约束。

- 45 装卸量约束为每条物资调拨线路在各运输点的物资装卸量的约束。根据各物资调拨线路的各运输点的物资装卸量确定物资装卸次数。运输点信息可进一步包含运输点的坐标信息，根据加车车辆信息以及运输点信息中的坐标信息确定各加车候选线路的加车线路成本。结合

运输点之间的距离和匹配的运输车辆的相关信息集确定各加车候选线路的加车线路成本。在一个示例性的实施例中，运输点信息可包括运输点的库存信息，运输点的坐标信息以及加车车辆信息。

5 各运输点的最小允许库存量和最大允许库存量为基于各运输点的实际情况设置。物资缺口数越大，运输点缺少物资的可能性越大，物资富裕数越大，闲置的物资越多和浪费的运输点存储空间越大。同样地，物资装卸次数和加车线路成本越高，各项资源浪费越多，因此基于物资缺口数、物资富裕数、物资装卸次数以及加车线路成本确定目标函数，基于目标函数最小确定最优解。此外，物资缺口数、物资富裕数、物资装卸次数以及加车线路成本分别对应有预设的权重系数，可按照权重系数对这些参数进行加权计算。这些目标（物资缺口数、
10 物资富裕数、物资装卸次数以及加车线路成本）之间具有冲突性，因此根据多目标模型（目标函数）进行决策时，需要通过设置各目标的系数进行平衡。权重系数可基于实际规划中对各目标的需求来设置，本实施例不作具体限定。

在一个实施例中，约束条件还包括各运输点的物资的库存量约束，如图8所示，步骤S601包括：S701，根据物资调拨线路的所有运输点的物资总装卸量、加车车辆信息以及物资可用空间，确定物资调拨线路的每个运输点的物资装卸量的装卸量约束；S702，根据物资装卸量和历史快件装卸量，确定物资调拨线路的运输点的物资库存量的库存量约束；S703，根据运输点信息中的库存信息确定物资调拨线路的运输点的最大允许库存量和最小允许库存量；S704，根据最小允许库存量和物资库存量，确定缺口约束；S705，根据最大允许库存量和物资库存量，确定富裕约束。

20 具体的，根据加车车辆信息确定加车候选线路中运输车辆在初始运输点的物资可用空间。装卸量约束包含两类，一类为物资调拨线路的各运输点及之前的运输点的累计物资装卸量不超过该物资调拨线路的运输车辆在初始运输点的物资可用空间。另一类为物资调拨线路的所有运输点的物资总装卸量为0，即物资调拨线路在各运输点之间调拨物流物资，一条线路执行完毕之后，没有物流物资放置在运输车辆上。

25 约束条件还包括各运输点的物资的库存量约束，库存量约束为各运输点的物资的实时库存量的约束。根据各物资调拨线路的各运输点的物资装卸量和历史快件装卸量，确定各物资调拨线路的各运输点的物资库存量的库存量约束，即某物资调拨线路上某运输点的物资库存量为经过该运输点的上一物资调拨线路的物资库存量减去物资装卸量和历史快件装卸量。需要说明的是，各运输点物流物资的初始库存量基于本实施例的模型开始应用的时间确定，各
30 运输点的物流物资是相互流动的，因此模型开始应用的时间不同，各运输点的物流物资的初始库存量不同。

根据运输点信息确定各物资调拨线路的各运输点的最大允许库存量和最小允许库存量，各运输点的最小允许库存量和最大允许库存量为基于各运输点的实际情况设置，本实施例不作具体限定。

35 根据各物资调拨线路的各运输点的最小允许库存量和物资库存量，确定缺口约束，即物资库存量与物资缺口数之和大于等于最小允许库存量。

根据各物资调拨线路的各运输点的最大允许库存量和物资库存量，确定富裕约束，即物资库存量与物资富裕数之差小于等于最大允许库存量。

S105，求解物资调拨模型确定物资调拨方案。

40 具体的，物资调拨模型中的目标函数为物资缺口数、物资富裕数、物资装卸次数以及加车线路成本的加权和，即各目标设有权重系数进行平衡，基于物资调拨模型中的各约束条件求解目标函数的最小值。

本申请实施例充分考虑集散货可用的快件运输车辆的剩余空间，同时为各调拨区域构建经济的加车候选线路，基于可选的集散货线路与构建的加车候选线路规划物资调拨方案，
45 实现资源配置合理、降低运输成本与作业难度的目的。

参阅图9，本申请实施例提供了一种物流物资调拨方法，该方法包括以下步骤：

S1、场地数据处理：筛选参与调拨的运输点，按照运输点所属区部划分调拨区域并为各调拨区域建立物资调拨网络。

S1.1.输入场地数据

5 S1.1.1.安全库存（最小允许库存量）设置：与一般商品不同，在运输点，集装箱（物流物资）随快件流入或随快件流出，其安全库存的设定主要是为了平衡流出与流入的差异，在本方案中，各中转场/网点的安全库存由中转场/网点配置。

10 S1.1.2.初始库存统计：各中转场/网点的集装箱初始库存 J_i =各中转场/网点前一天最后一个班次结束后的集装箱存放量+当天物资调拨模型计算开始时间之前抵达该中转场/网点的散货用笼-当天物资调拨模型计算开始时间之前抵达该中转场/网点的集货用笼。该值由系统计算传入物资调拨模型。

S1.1.3.白天最大存放量（最大允许库存量）：各中转场/网点白天可存放集装箱的限制，该值由中转场/网点配置。

S1.1.4.夜间最大存放量（最大允许库存量）：各中转场/网点夜间可存放集装箱的限制，该值由中转场/网点配置。

15 S1.2.调拨区域划分

筛选参与调拨的中转场和网点，如图3所示，中转场集散货到各网点，同时各网点由不同区部管辖。因此先将网点按照其所属区部分组，考虑到不同区部的网点可能由同一中转场集散货，因此若不同区部内有映射到同一中转场的网点，则将这些区部分组合并到同一组。确保各分组的物资调拨网络互不影响、且各分组内的物资调拨网络联通。

20 S2、线路数据处理：筛选集散货线路，计算每个运输点的物资空间；构建与筛选加车串点运力，确定物资调拨线路，物资调拨线路包括集散货线路和加车候选线路。

S2.1.筛选调拨区域内线路完整的集散货线路

S2.2.集散货线路上每个运输点的物资可用空间预测

25 经数据分析发现线路在每个中转场和网点的装载情况具有明显的周期性，因此可根据统计的集散货线路在每个运输点的历史快件装卸量来计算运输车辆在集散货线路上每个运输点的物资可用空间。运输车辆在集散货线路上运输点的物资可用空间是根据运输车辆的装载量与第二中间差值之间的差值确定的，第二中间差值是根据运输车辆在集散货线路经停网点的累计装载数量与运输车辆在集散货线路经停网点的累计卸载数量之间的差值确定的。例如，运输车辆在集散货线路上各运输点的物资可用空间为：运输车辆的装载量-（运输车辆在集散货线路经停网点的累计装载数量-运输车辆在集散货线路经停网点的累计卸载数量）。

30 1) 运输车辆在集货线路上每个运输点的物资可用空间计算

集货线路从中转场出发，出发时运输车辆无装载量，随着经过场地装货，可用空间被占用。

2) 运输车辆在散货线路上每个运输点的物资可用空间计算

35 散货线路的起点可以是中转场，以经过运输点 A-B-C 的散货线路为例，运输车辆从运输点 A 满载出发，满载数量为 8，在运输点 B 卸载数量 5，在运输点 C 卸载数量 3，则运输车辆的剩余的物资可用空间分别为 A: $8-(8-0)=0$, B: $8-(8-5)=5$, $8-(8-(5+3))=8$ 。

S2.3.加车候选线路筛选

40 当可选的集散货线路的运力不能够满足及时将集装箱运输回中转场的需求时，需要增加加车运力来运输集装箱，为了满足节约成本的目标，加车运力可串联多个网点。串联加车运力的候选线路的确定过程可包括以下步骤：

暴力枚举调拨区域内各运输点的加车串点线路；

去掉缺失成本信息的加车串点线路；

45 在剩余的加车串点线路中，对经过相同运输点的线路取总运输距离最短的目标加车串点线路为候选线路；

计算各候选线路的线路迂回比，即候选线路的分段路程距离之和（总运输距离）与候选线路的起点到候选线路的终点的直接路程距离（起终点距离）的乘积，确定线路迂回比小于等于预设迂回比阈值的候选线路为加车候选线路；

- 5 根据加车串联经过的场地装卸卡口车型限制（运输点信息）确定加车运力的可选车型（加车车辆信息）。

此外，根据运输点信息中成本信息计算各加车候选线路的加车线路成本。根据运输点信息中网点发车时间确定各加车候选线路的发车时间，并将各加车候选线路关联到各运输点。

S3、物资调拨模型构建与求解，物资调拨模型包括目标函数和约束条件。

- S3.1.提炼决策变量：明确解决问题的关键要素为确定每条物资调拨线路 i 上，运输车辆在
10 每个运输点 j 的物资装卸量 $e_{i,j}$ ，该变量为整数，该变量为正值时表示运输车辆在物资调拨线路 i 上的运输点 j 装卸物流物资，该变量为负值时表示运输车辆在物资调拨线路 i 上的运输点 j 卸物流物资。每条物资调拨线路上的运输车辆从始发地到目的地经过一系列装卸操作后其空间全部释放，相应的装卸量约束为：
$$\sum_{i,j \in J_i} e_{i,j} = 0, \forall i \in I, I \text{ 为物资调拨线路的集合。}$$

- S3.2.构建状态转移约束（库存量约束）：为了保证各个场地实时的物资库存量不超过场
15 地最大允许库存量、同时不小于最小允许库存量，增加了变量 $s_{i,j}$ 表示运输点 j 在物资调拨线路 i 对应的运输车辆经过后的物资库存量，对各运输点的物资库存量增加了库存量约束。多个运输点中运输点 j 经过第 i 条物资调拨线路的物资库存量是根据第一中间差值与第 i 条物资调拨线路在运输点 j 的物资装卸量之间的差值确定的，第一中间差值是根据运输点 j 经过第 $i-1$ 条物资调拨线路后的物资库存量与第 i 条物资调拨线路在运输点 j 时装卸快件量折算成集装箱的个数
20 数之间的差值确定的。例如，运输点 j 经过第 i 条物资调拨线路的物资库存量 $s_{i,j}$ = 运输点 j 经过第 $i-1$ 条物资调拨线路后的物资库存量 $s_{i-1,j}$ - 第 i 条物资调拨线路在该运输点 j 时装卸快件量折算成集装箱的个数 $u_{i,j}$ - 第 i 条物资调拨线路在该运输点 j 的物资装卸量 $e_{i,j}$ ，相应的库存量约束为：
$$s_{i,j} = s_{i-1,j} - u_{i,j} - e_{i,j}, \forall j \in J, J \text{ 为调拨区域内运输点的集合。}$$
当第 i 条物资调拨线路为加车候选线路时，由于加车候选线路只用于调拨物流物资，不进行快件运输，则第 i 条
25 物资调拨线路在该运输点 j 时装卸快件量折算成集装箱的个数为 0。

- S3.3.构建线路调拨与场地缺口的关系（缺口约束）：首先设置正整数变量 $gap_{i,j}$ 表示运输
点 j 在第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆经过前的实时缺口的值（物资缺口数）；其次控制
运输点 j 在经过该运输点 j 的第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆离开后的物资库存量 $s_{i,j}$ 与物
资缺口数 $gap_{i,j}$ 之和必须大于或等于运输点 j 的最小允许库存量 $s_j \min$ ，相应的缺口约束为：
30
$$s_{i,j} + gap_{i,j} \geq s_j \min, \forall i \in I, \forall j \in J.$$
具体地，运输点 j 在第 i 条物资调拨线路对应的
运输车辆经过前的物资缺口数=最小允许库存量-运输点 j 在该运输车辆经过前的物资库存量。
运输点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量+运输点 j 在该运输车辆经过前的物资缺口数=运输
点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量+最小允许库存量-运输点 j 在该运输车辆经过前的物资
库存量 $\geq$ 最小允许库存量。换句话说，运输点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量-运输点 j 在
35 该运输车辆经过前的物资库存量 ≥ 0 ，这意味着在物资库存存在缺口的情况下，运输车辆卸货
的物资量必须大于或等于 0。

S3.4.构建线路调拨与场地最大存放量的关系（富裕约束）：首先设置正整数变量 $sur_{i,j}$ 表
示运输点 j 在第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆经过前超过场地最大存放量的值（物资富裕
数）；其次控制运输点 j 在经过该运输点 j 的第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆离开后的物

资库存量 $s_{i,j}$ 与物资富裕数 $sur_{i,j}$ 之差必须小于或等于运输点 j 的最大允许库存量 $s_j \max$, 相应的富裕约束为: $s_{i,j} - sur_{i,j} \leq s_j \max, \forall i \in I, \forall j \in J$ 。具体地, 运输点 j 在第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆经过前的物资富裕数=运输点 j 在该运输车辆经过前的物资库存量-最大允许库存量。运输点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量-运输点 j 在该运输车辆经过前的物资富裕数=运输点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量-运输点 j 在该运输车辆经过前的物资库存量+最大允许库存量 $\leq$ 最大允许库存量。换句话说, 运输点 j 在该运输车辆离开后的物资库存量-运输点 j 在该运输车辆经过前的物资库存量 ≤ 0 , 这意味着在物资库存存在富裕的情况下, 运输车辆卸货的物资量必须小于或等于 0。

S3.5.构建线路调拨与运力剩余空间的关系(装卸量约束): 运输车辆在第 i 条物资调拨线路上的运输点 j 的物资可用空间为 $emp_{i,j}$ 。对于物资调拨线路中的集散货线路而言, 物资可用空间为根据历史物流信息分析得出的物资可用空间, 对于加车候选线路而言, 物资可用空间为运输车辆的装载量。第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆在经过运输点 j 之后的运输点对应的物资装卸量之和(累计物资装卸量)必须小于第 i 条物资调拨线路对应的运输车辆在运输点 j 的物资可用空间, 相应的装卸量约束为: $\sum_{i,j} e_{i,j} \leq emp_{i,j}, \forall i \in I, \forall j \in J_i$ 。

S3.6.目标函数构建: 综合考虑调拨目标, 以满足运输点实时有集装器可用、并且集装器的存放量不超过可存放空间为基本需求, 进而以低成本为目标优先选择集散货运力满足场地运输集装器的需求, 其数学表达式可见目标函数:

$$Z_{\min} = \sum_{i \in I, j \in J} w_1 gap_{i,j} + \sum_{i \in I, j \in J} w_2 sur_{i,j} + \sum_{i \in I} w_3 x_i cost + \sum_{i \in I, j \in J} w_4 d_{i,j},$$

$x_i cost$ 为第 i 条物资调拨线路的加车线路成本, $d_{i,j}$ 为第 i 条物资调拨线路在运输点 j 的物资装卸次数, 物资装卸

次数 $d_{i,j}$ 为物资调拨线路 i 在运输点 j 的物资装卸量 $e_{i,j}$ 的绝对值, 当第 i 条物资调拨线路为现有的集散货线路时, $x_i cost$ 为 0 或者其它预设的线路成本。

S3.7.调节目标的权重系数: 运输网络中有着多样化的需求, 在为不同场景的物资调拨问题建立模型时需要将场景特定的需求作为评价准则纳入多目标模型。基于实时线路的物资调拨多目标模型, 主要有如下目标: w_1 : 物资缺口数权重; w_2 : 物资富裕数权重; w_3 : 加车线路成本权重; w_4 : 物资装卸次数权重。这些目标之间具有冲突性, 因此多目标模型进行决策时, 需要结合业务来判断如何在这些目标中平衡各目标的权重。

S3.8.物资调拨模型求解: 可通过 Cplex、Gurobi 等求解器求解上述整数规划问题模型, 也可使用遗传算法、蚁群算法(Ant Colony Algorithm, ACA)、禁忌搜索、模拟退火等启发式算法进行求解。

S4、模型结果处理

求解获得的物资调拨线路 i 在运输点 j 的物资装卸量 $e_{i,j}$, 即物资调拨线路 i 在运输点 j 需执行的物资调拨方案。

本申请实施例可适用于笼、编织袋、快递包装回收利用等集装器物流物资的配送调拨规划。基于线路发运规则将中转场、网点进行划分分区, 各分区可分别进行调拨计划的建模求解。构建了区部加车串点方案, 基于各分组构建的加车串点方案与集散货线路各分段剩余空间生成调拨方案, 充分利用车辆资源, 降低调拨成本。考虑到每个场地、每个网点的实时库存变化, 及时释放网点存放空间、满足中转场用集装器的实时需求, 并综合考虑线路调拨成本, 进行多目标优化, 得到综合解决方案。

如图10所示, 本申请实施例提供一种物流物资调拨装置900, 包括: 信息获取模块910, 用于获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息; 空间分析模块920, 与信息获取模块910通讯连接, 用于针对每个运输点, 根据历史物流信息确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间; 线路规划模块930, 与信息获取模块910、空间分析模块920通讯连接, 用于根据运输点信息和集散货线路确定物资调拨线路; 方案规划模块940, 与信息获取模块910、空间分析模块920、线路规划模块930通讯连接, 用于根据运输点信息、历史物流信息、物资可用空间以及物资调拨线路, 确定物资调拨模型; 求解物资调拨模型确定物资调拨方案。

在本申请一些实施例中, 历史物流信息包括快件运输信息和运输车辆信息, 空间分析模块920用于: 根据快件运输信息确定集散货线路中运输点的历史快件装卸量; 根据历史快件装卸量和运输车辆信息, 确定集散货线路上运输车辆在运输点的物资可用空间。

在本申请一些实施例中, 物资调拨线路包括集散货线路和加车候选线路, 运输点信息包括运输点的限行车辆信息以及运输点的坐标信息, 线路规划模块930用于: 在集散货线路的运力小于或等于物资调拨需求运力的情况下, 枚举多个运输点中每个运输点的加车串点线路; 根据运输点信息中的坐标信息获取加车串点线路的总运输距离和起终点距离; 根据总运输距离和起终点距离, 对多个运输点对应的多个加车串点线路进行筛选, 得到加车候选线路。线路规划模块930还用于根据运输点信息中的限行车辆信息确定加车候选线路的加车车辆信息。

在本申请一些实施例中, 线路规划模块930用于: 若多个加车串点线路中至少两个目标加车串点线路经过的运输点相同, 则确定总运输距离最短的目标加车串点线路为候选线路; 根据候选线路的总运输距离和起终点距离确定线路迂回比, 线路迂回比用于表征候选线路的绕行程度; 在线路迂回比小于等于预设迂回比阈值的情况下, 将候选线路确定为加车候选线路。

在本申请一些实施例中, 线路迂回比是根据候选线路的总运输距离和起终点距离的乘积确定的。

在本申请一些实施例中, 物资调拨模型包括目标函数和约束条件, 约束条件包括多个运输点中每个运输点的物资的缺口约束、富裕约束以及装卸量约束, 运输点信息还包括运输点的库存信息, 方案规划模块940用于: 根据运输点信息中的库存信息、历史物流信息、加车车辆信息以及物资可用空间, 确定物资调拨线路的每个运输点的物资缺口数的缺口约束、物资富裕数的富裕约束以及物资装卸量的装卸量约束; 根据物资装卸量, 确定物资装卸次数; 根据加车车辆信息以及运输点信息中的坐标信息确定加车候选线路的加车线路成本; 根据物资缺口数、物资富裕数、物资装卸次数、加车线路成本以及预设的权重系数, 确定目标函数。

在本申请一些实施例中, 约束条件还包括运输点的物资的库存量约束, 方案规划模块940用于: 根据物资调拨线路的所有运输点的物资总装卸量、加车车辆信息以及物资可用空间, 确定物资调拨线路的每个运输点的物资装卸量的装卸量约束; 根据物资装卸量和历史快件装卸量, 确定物资调拨线路的运输点的物资库存量的库存量约束; 根据运输点信息中的库存信息确定物资调拨线路的运输点的最大允许库存量和最小允许库存量; 根据最小允许库存量和物资库存量, 确定缺口约束; 根据最大允许库存量和物资库存量, 确定富裕约束。

在本申请一些实施例中, 多个运输点中运输点j经过第i条物资调拨线路的物资库存量是根据第一中间差值与第i条物资调拨线路在运输点j的物资装卸量之间的差值确定的, 第一中间差值是根据运输点j经过第i-1条物资调拨线路后的物资库存量与第i条物资调拨线路在运输点j时装卸快件量折算成集装箱的个数之间的差值确定的。

在本申请一些实施例中, 当第i条物资调拨线路为加车候选线路时, 第i条物资调拨线路在运输点j时装卸快件量折算成集装箱的个数为0。

在本申请一些实施例中, 多个运输点包括中转场和网点, 在获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息之前, 信息获取模块910还用于获取目标区域中参与调拨的网点和中转场; 根据预设的网点与中转场的映射关系, 对参与调拨的网点和中转场进行划分, 得到多个调拨区域。

在本申请一些实施例中，运输车辆在集散货线路上运输点的物资可用空间是根据运输车辆的装载量与第二中间差值之间的差值确定的，第二中间差值是根据运输车辆在集散货线路经停网点的累计装载数量与运输车辆在集散货线路经停网点的累计卸载数量之间的差值确定的。

5 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

例如，图11所示的计算机设备可以通过如图10所示的物流物资调拨装置900中的信息获取模块910执行步骤S101。计算机设备可通过空间分析模块920执行步骤S102。计算机设备可通过线路规划模块930执行步骤S103。计算机设备可通过方案规划模块940执行步骤S104和步骤
10 S105。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质和内存。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。内存也可存储有计算机程序。该内存为易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的网络接口用于与外部的计算机设备通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时
15 以实现一种物流物资调拨方法。

本领域技术人员可以理解，图11中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在本申请一些实施例中，提供了一种计算机设备，包括一个或多个处理器；存储器；以及一个或多个应用程序，其中一个或多个应用程序被存储于存储器中，并配置为由处理器执行上述物流物资调拨方法的步骤。此处物流物资调拨方法的步骤可以是上述各个实施例的物流物资调拨方法中的步骤。
20

在本申请一些实施例中，提供了一种计算机可读存储介质1200，如图12所示，计算机可读存储介质1200存储有计算机程序1210，计算机程序被处理器进行加载，使得处理器执行上述物流物资调拨方法的步骤。此处物流物资调拨方法的步骤可以是上述各个实施例的物流物资调拨方法中的步骤。此外，图12所示的计算机可读存储介质仅是一种计算机可读存储介质实施例，其结构不具有限制性，本申请实施例对计算机可读存储介质的结构不作具体限定。
25

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于非易失性计算机可读存储介质中，该计算机程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、磁带、软盘、闪存或光存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）或外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限，RAM可以是多种形式，如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory, SRAM）或动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory, DRAM）等。
30
35

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。

40 以上对本申请实施例所提供的一种物流物资调拨方法、装置、计算机设备及存储介质进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想；同时，对于本领域的技术人员，依据本申请的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

45

权利要求书

1、一种物流物资调拨方法，其特征在于，包括：

获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息；

5 针对每个所述运输点，根据所述历史物流信息确定所述集散货线路上运输车辆在所述运输点的物资可用空间；

根据所述运输点信息和所述集散货线路确定物资调拨线路；

根据所述运输点信息、所述历史物流信息、所述物资可用空间以及所述物资调拨线路，确定物资调拨模型；

10 求解所述物资调拨模型确定物资调拨方案。

2、如权利要求1所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述历史物流信息包括快件运输信息和运输车辆信息，所述根据所述历史物流信息确定所述集散货线路上运输车辆在所述运输点的物资可用空间，包括：

根据所述快件运输信息确定所述集散货线路中所述运输点的历史快件装卸量；

15 根据所述历史快件装卸量和所述运输车辆信息，确定所述集散货线路上所述运输车辆在所述运输点的所述物资可用空间。

3、如权利要求2所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述物资调拨线路包括所述集散货线路和加车候选线路，所述运输点信息包括所述运输点的限行车辆信息以及所述运输点的坐标信息，所述根据所述运输点信息和所述集散货线路

20 确定物资调拨线路，包括：

在所述集散货线路的运力小于或等于物资调拨需求运力的情况下，枚举所述多个运输点中每个运输点的加车串点线路；

根据所述运输点信息中的所述坐标信息获取所述加车串点线路的总运输距离和起终点距离；

25 根据所述总运输距离和所述起终点距离，对所述多个运输点对应的多个加车串点线路进行筛选，得到所述加车候选线路，

其中，所述物流物资调拨方法还包括：

根据所述运输点信息中的所述限行车辆信息确定所述加车候选线路的加车车辆信息。

30 4、如权利要求3所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述根据所述总运输距离和所述起终点距离，对所述多个运输点对应的多个加车串点线路进行筛选，得到所述加车候选线路，包括：

若所述多个加车串点线路中至少两个目标加车串点线路经过的运输点相同，则确定总运输距离最短的目标加车串点线路为候选线路；

根据所述候选线路的总运输距离和起终点距离确定线路迂回比，所述线路迂回比用于表征所述候选线路的绕行程度；

- 5 在所述线路迂回比小于等于预设迂回比阈值的情况下，将所述候选线路确定为所述加车候选线路。

5、如权利要求4所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述线路迂回比是根据所述候选线路的总运输距离和起终点距离的乘积确定的。

- 6、如权利要求3至5中任一项所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述物资调拨模型包括目标函数和约束条件，所述约束条件包括所述多个运输点中每个运输点的物资的缺口约束、富裕约束以及装卸量约束，所述运输点信息还包括所述运输点的库存信息，所述根据所述运输点信息、所述历史物流信息、所述物资可用空间以及所述物资调拨线路，确定物资调拨模型，包括：

- 15 根据所述运输点信息中的所述库存信息、所述历史物流信息、所述加车车辆信息以及所述物资可用空间，确定所述物资调拨线路的每个运输点的物资缺口数的所述缺口约束、物资富裕数的所述富裕约束以及物资装卸量的所述装卸量约束；

根据所述物资装卸量，确定物资装卸次数；

根据所述加车车辆信息以及所述运输点信息中的所述坐标信息确定所述加车候选线路的加车线路成本；

- 20 根据所述物资缺口数、所述物资富裕数、所述物资装卸次数、所述加车线路成本以及预设的权重系数，确定所述目标函数。

- 7、如权利要求6所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述约束条件还包括所述运输点的物资的库存量约束，所述根据所述运输点信息中的所述库存信息、所述历史物流信息、所述加车车辆信息以及所述物资可用空间，确定所述物资调拨线路的每个运输点的物资缺口数的所述缺口约束、物资富裕数的所述富裕约束以及物资装卸量的所述装卸量约束，包括：

根据所述物资调拨线路的所有运输点的物资总装卸量、所述加车车辆信息以及所述物资可用空间，确定所述物资调拨线路的每个运输点的物资装卸量的所述装卸量约束；

- 30 根据所述物资装卸量和所述历史快件装卸量，确定所述物资调拨线路的所述运输点的物资库存量的所述库存量约束；

根据所述运输点信息中的所述库存信息确定所述物资调拨线路的所述运输点的最大允许库存量和最小允许库存量；

根据所述最小允许库存量和所述物资库存量，确定所述缺口约束；

根据所述最大允许库存量和所述物资库存量，确定所述富裕约束。

8、如权利要求7所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述多个运输点中运输点j经过第i条物资调拨线路的物资库存量是根据第一中间差值与所述第i条物资调拨线路在所述运输点j的物资装卸量之间的差值确定的，所述第一中间差值是
5 是根据所述运输点j经过第i-1条物资调拨线路后的物资库存量与所述第i条物资调拨线路在所述运输点j时装卸快件量折算成集装箱的个数之间的差值确定的。

9、如权利要求8所述的物流物资调拨方法，其特征在于，当所述第i条物资调拨线路为所述加车候选线路时，所述第i条物资调拨线路在所述运输点j时装卸快件量折算成集装箱的个数为0。

10 10、如权利要求1至9中任一项所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述多个运输点包括中转场和网点，在所述获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息之前，所述物流物资调拨方法还包括：

获取目标区域中参与调拨的网点和中转场；

15 根据预设的网点与中转场的映射关系，对所述参与调拨的网点和中转场进行划分，得到多个调拨区域。

11、如权利要求1至10中任一项所述的物流物资调拨方法，其特征在于，所述运输车辆与所述集散货线路上所述运输点的所述物资可用空间是根据所述运输车辆的装载量与第二中间差值之间的差值确定的，所述第二中间差值是根据所述
20 运输车辆与所述集散货线路经停网点的累计装载数量与所述运输车辆在所述集散货线路经停网点的累计卸载数量之间的差值确定的。

12、一种物流物资调拨装置，其特征在于，包括：

信息获取模块，用于获取调拨区域内多个运输点中每个运输点对应的运输点信息、集散货线路以及历史物流信息；

25 空间分析模块，与所述信息获取模块通讯连接，用于针对每个所述运输点，根据所述历史物流信息确定所述集散货线路上运输车辆在所述运输点的物资可用空间；

线路规划模块，与所述信息获取模块、所述空间分析模块通讯连接，用于根据所述运输点信息和所述集散货线路确定物资调拨线路；

30 方案规划模块，与所述信息获取模块、所述空间分析模块、所述线路规划模块通讯连接，用于根据所述运输点信息、所述历史物流信息、所述物资可用空间以及所述物资调拨线路，确定物资调拨模型；求解所述物资调拨模型确定物资调拨方案。

13、如权利要求12所述的物流物资调拨装置，其特征在于，所述历史物流信息包括快件运输信息和运输车辆信息，所述空间分析模块，用于：

根据所述快件运输信息确定所述集散货线路中所述运输点的历史快件装卸量；

5 根据所述历史快件装卸量和所述运输车辆信息，确定所述集散货线路上所述运输车辆在该所述运输点的所述物资可用空间。

14、一种计算机设备，其特征在于，所述计算机设备包括：

一个或多个处理器；

10 存储器；以及一个或多个应用程序，其中所述一个或多个应用程序被存储于所述存储器中，并配置为由所述处理器执行以实现权利要求1至11中任一项所述的物流物资调拨方法。

15、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器进行加载，以执行权利要求 1 至 11 中任一项所述的物流物资调拨方法中的步骤。