(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2023 年 10 月 12 日 (12.10.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/193236 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/04 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/085811

(22) 国际申请日: 2022 年 4 月 8 日 (08.04.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: **林立勇(LIN, Liyong)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **史德强(SHI, Deqiang)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **陈书睿(CHEN, Shurui)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

WO 2023/193236 A1

(54) **Title:** AGV SYSTEM AND AGV SCHEDULING METHOD

(54) 发明名称: AGV系统以及AGV调度方法

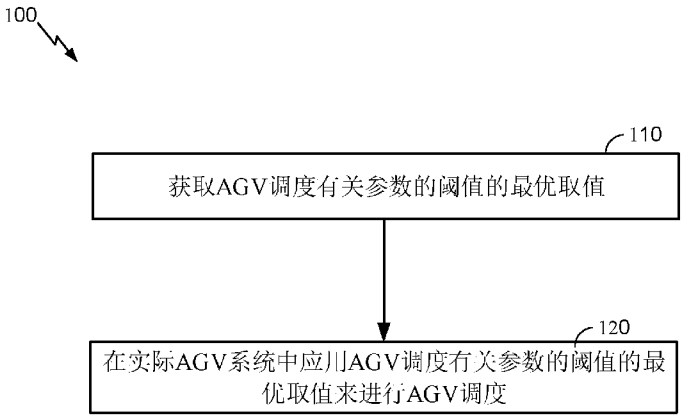


图 1

110 Obtain an optimal value of a threshold of an AGV scheduling-related parameter
120 Perform AGV scheduling by applying the optimal value of the threshold of the AGV scheduling-related parameter in an actual AGV system

(57) **Abstract:** The present application relates to an AGV system and an AGV scheduling method, capable of optimizing the scheduling of each AGV in the AGV system, and preventing the generation of wave crests and wave troughs in demand for AGV transportation and/or wave crests and wave troughs in demand for AGV charging, thereby increasing the utilization rate of AGVs and the yield of a production line. The AGV scheduling method may comprise: obtaining an optimal value of a threshold of an AGV scheduling-related parameter, which comprises: simulating different values of the threshold of the AGV scheduling-related parameter by means of a pre-established simulation model for an actual AGV system, so as to determine a value of a related performance index under a

[见续页]

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

corresponding value of the threshold; and taking, as the optimal value of the threshold of the AGV scheduling-related parameter, a value of the threshold of the AGV scheduling-related parameter corresponding to the value, meeting a preset condition, of the related performance index; and performing AGV scheduling by applying the optimal value of the threshold of the AGV scheduling-related parameter in the actual AGV system.

(57) 摘要：本申请涉及一种AGV系统以及AGV调度方法，其能够优化AGV系统中的各AGV的调度，防止产生对AGV运输需求的波峰和波谷和/或AGV充电需求的波峰和波谷，从而提高AGV利用率和产线产率。该AGV调度方法可包括：获取AGV调度有关参数的阈值的最优取值，包括：通过预先建立的针对实际AGV系统的仿真模型，针对AGV调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的AGV调度有关参数的阈值的取值作为AGV调度有关参数的阈值的最优取值；以及在实际AGV系统中应用AGV调度有关参数的阈值的最优取值来进行AGV调度。

AGV 系统以及 AGV 调度方法

技术领域

[0001] 本申请涉及 AGV（Automated Guided Vehicle，自动导引运输车）领域，特别是涉及一种 AGV 调度方法以及 AGV 系统。

背景技术

[0002] 当今，智能物流在社会活动中的作用越来越大，尤其是对于无人化和智能化工厂而言。作为物流系统的一个重要组成部分，AGV 系统有着可以替代人工搬运和精准柔性配送的作用。

[0003] 然而，现有的 AGV 系统以及相关的 AGV 调度方法仍然存在许多需要改进的方面。例如，在现有的 AGV 系统中，只有简单地设定的触发阈值，用于触发各种 AGV 任务（诸如 AGV 运输任务、AGV 充电任务等等）的生成。这种简单的阈值设定不利地影响了 AGV 系统的效率，没有有效地优化和提升 AGV 利用率、产线产能等等。

[0004] 本申请正是针对现有 AGV 系统作出的改进。

发明内容

[0005] 鉴于现有 AGV 系统中的问题，本申请提供了一种 AGV 系统以及 AGV 调度方法，能够优化 AGV 系统中的各 AGV 的调度，防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷和/或 AGV 充电需求的波峰和波谷，从而提高 AGV 利用率和产线产率。

[0006] 根据本申请的第一方面，提供了一种 AGV 调度方法，包括：获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值，包括：通过预先建立的针对实际 AGV 系统的仿真模型，针对 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取

值作为 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值；以及在实际 AGV 系统中应用 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值来进行 AGV 调度。

[0007] 通过这一 AGV 调度方法，可以（例如在规划阶段）仿真出与 AGV 系统的所考虑的不同性能指标的最优值相对应的调度参数阈值取值，由此可以在实际的 AGV 系统中使用所得到的调度参数阈值取值，从而能够达到 AGV 系统的最优性能指标。

[0008] 根据一实施例，AGV 调度有关参数的阈值包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者，并且其中相关性能指标包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。该实施例是 AGV 调度有关参数的阈值和相关性能指标的优选示例。AGV 利用率以及产线产率是优选的目标，其中针对与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值的优化能够从全局协同和优化 AGV 运输任务的生成及调度，从而防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷；而针对与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值的优化能够优化 AGV 充电任务的生成，错开 AGV 充电时间段，防止产生 AGV 充电需求的波峰和波谷，减少 AGV 充电拥堵和充电等待。

[0009] 根据另一实施例，在生产设备的剩余物料处理时间低于第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料，并且在 AGV 的剩余电量低于第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。通过上述第一阈值和第二阈值，能够在 AGV 系统中自动地且智能地生成 AGV 运输任务和 AGV 充电任务，从而能够更好地防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷以及 AGV 充电需求的波峰和波谷。

[0010] 根据又一实施例，仿真根据以下各个因素中的至少一者来进行以确定相关性能指标的所得值：工单数量、AGV 数量、生产设备数量、生产设备的物料处理速率、AGV 运力、AGV 移动速度、AGV 初始电量、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值、AGV 充电速率。对最优阈值取值的找出过程中所使用的参数的这一限定给出了对阈值取值有影响的各个因素，从而使得所找出的阈值取值更能够反映真实 AGV 系统的状况，并能够达到

真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0011] 根据又一实施例，工单数量越多、AGV 数量越少、生产设备的生产速率越低、AGV 的运力越高、AGV 的移动速度越快，则第一阈值的最优取值越小。在该实施例中，通过对影响第一阈值的优选参数进行选择，并进一步给出这些优选参数对第一阈值的具体影响，能够更快地找出阈值的最优取值，且使得所找出的最优取值更能够反映真实 AGV 系统的状况，并能够达到真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0012] 根据又一实施例，工单数量越多、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值越大、AGV 的充电速率越快、AGV 的移动速度越快，则第二阈值的最优取值越小。在该实施例中，通过对影响第二阈值的优选参数进行选择，并进一步给出这些优选参数对第二阈值的具体影响，能够更快地找出阈值的最优取值，且使得所找出的最优取值更能够反映真实 AGV 系统的状况，并能够达到真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0013] 根据又一实施例，仿真针对与第一阈值相对应的第一范围中的值和/或与第二阈值相对应的第二范围中的值来确定相应的产线产率。在该实施例中，通过对仿真过程中的阈值取值范围的限定，使得能够在合需的范围内对阈值进行仿真，从而缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈值取值。

[0014] 根据又一实施例，第一范围的下限是基于 AGV 的运力和生产设备的物料处理速率来计算得到的，并且第一范围的上限是基于 AGV 的运力、生产设备的物料处理速率以及生产设备的物料存储容量来计算得到的。在该实施例中，通过对第一阈值的取值范围的进一步限定，使得能够在更大的程度上缩小需要仿真的阈值取值范围，从而在更大程度上缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈值取值。

[0015] 根据又一实施例，第二范围的下限是基于 AGV 的当前位置、AGV 的移动速度以及充电桩的位置来计算得到的。在该实施例中，通过对第二阈值的取值范围的进一步限定，使得能够在更大的程度上缩小需要仿真的阈值取值范围，从而在更大程度上缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈

值取值。

[0016] 根据又一实施例，相关性能指标的符合预设条件的所得值是与AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。在该实施例中，给出了性能指标的优选示例，即 AGV 利用率以及产线产率的最高值。这使得能够在最大程度上利用 AGV 系统和生产设备，从而降低生产成本，提高成效。

[0017] 根据又一实施例，对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值是不同的；和/或对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值是不同的。在该实施例中，通过针对每一 AGV 和/或生产设备设定不同的阈值取值，充分考虑了各个 AGV 和/或生产设备的初始条件（诸如电量、已工作时间、磨损等等）的不同，因此使得最终获得的针对每一 AGV 和/或生产设备的阈值取值能够充分反映实际系统中的情形，从而能够针对该实际系统达到其最优的产线产率和/或 AGV 利用率。

[0018] 根据又一实施例，仿真是借助于 Plant Simulation 或 Flexsim 仿真软件来执行的。在该实施例中，通过使用普通的仿真软件，能够更方便且快捷地执行本申请的方法。

[0019] 根据本公开的第二方面，提供了一种 AGV 系统，包括：AGV；AGV 仿真系统，AGV 仿真系统被配置成获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值，包括：通过预先建立的针对实际 AGV 系统的仿真模型，针对 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取值作为 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值；以及 AGV 调度控制器，AGV 调度控制器被配置成应用 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值来调度 AGV。

[0020] 通过这一 AGV 系统，可以（例如在规划阶段）仿真出与 AGV 系统的所考虑的不同性能指标的最优值相对应的调度参数阈值取值，由此可以在实际的 AGV 系统中使用所得到的调度参数阈值取值，从而能够达到 AGV 系统的最优性能指标。

[0021] 根据一实施例，AGV 调度有关参数的阈值包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者，并且其中相关性能指标包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。该实施例是 AGV 调度有关参数的阈值和相关性能指标的优选示例。AGV 利用率以及产线产率是优选的目标，其中针对与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值的优化能够从全局协同和优化 AGV 运输任务的生成及调度，从而防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷；而针对与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值的优化能够优化 AGV 充电任务的生成，错开 AGV 充电时间段，防止产生 AGV 充电需求的波峰和波谷，减少 AGV 充电拥堵和充电等待。

[0022] 根据另一实施例，在生产设备的剩余物料处理时间低于第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料，并且在 AGV 的剩余电量低于第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。通过上述第一阈值和第二阈值，能够在 AGV 系统中自动地且智能地生成 AGV 运输任务和 AGV 充电任务，从而能够更好地防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷以及 AGV 充电需求的波峰和波谷。

[0023] 根据又一实施例，相关性能指标的符合预设条件的所得值是与 AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。在该实施例中，给出了性能指标的优选示例，即 AGV 利用率以及产线产率的最高值。这使得能够在最大程度上利用 AGV 系统和生产设备，从而降低生产成本，提高成效。

[0024] 根据又一实施例，对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值的取值是不同的；和/或对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值的取值是不同的。在该实施例中，通过针对每一 AGV 和/或生产设备设定不同的阈值取值，充分考虑了各个 AGV 和/或生产设备的初始条件（诸如电量、已工作时间、磨损等等）的不同，因此使得最终获得的针对每一 AGV 和/或生产设备的阈值取值能够充分反映实际系统中的情形，从而能够针对该实际系统达到其最优的产线产率和/

或 AGV 利用率。

[0025] 上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本申请的具体实施方式。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。

[0027] 图 1 是根据本申请的一个实施例的 AGV 调度方法的示例流程图；

[0028] 图 2 是根据本申请的一个实施例的阈值最优取值的获取方法的示例流程图；以及

[0029] 图 3 是根据本申请的一个实施例的 AGV 系统的示意性框图。

[0030] 在附图中，附图并未按照实际的比例绘制。

具体实施方式

[0031] 下面将结合附图对本申请技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本申请的保护范围。

[0032] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。

[0033] 在本申请实施例的描述中，技术术语“第一”“第二”等仅用于区别不同对象，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量、特定顺序或主次关系。在本申请实施例的描述中，“多

个”的含义是两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0034] 在本文中提及“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。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0035] 在本申请实施例的描述中，术语“和/或”仅仅是一种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。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0036] 发明人认识到，作为物流系统的一个重要组成部分，AGV 系统有着可以替代人工搬运和精准柔性配送的作用。其中，作为 AGV 的决策系统，AGV 系统所包括的调度控制器负责 AGV 运输任务分配、路径规划和调度、和/或充电管理等功能。在 AGV 系统的工作过程中，需要使用与多个 AGV 调度有关参数相关联的阈值来作为触发条件，以触发相应的工作任务。例如，AGV 调度系统将根据生产设备的剩余物料处理时间来生成 AGV 运输任务，并将所生成的 AGV 运输任务分配给不同的 AGV，并对 AGV 进行相应的路径规划和调度，来为生产设备运送生成物料；当 AGV 电量低过一些既定的阈值时，AGV 调度控制系统会生成 AGV 充电任务，指派该 AGV 到相应充电桩进行充电；诸如此类。

[0037] 然而，现有的 AGV 调度控制系统针对这些阈值都是使用由人为规定的固定阈值，既没有考虑实际生产情况的需要，也没有进行相应的阈值优化设计，从而没有优化和提升 AGV 系统的各种相关性能指标（诸如 AGV 利用率和产线产率（即生产设备的生产率））。例如，这种人为规定的固定阈值可能会导致设备停机待料情况，从而降低产线产率；或者会导致 AGV 充电拥堵和充电等待，降低 AGV 利用率；等等。

[0038] 基于以上考虑，为了优化 AGV 系统的所需性能指标（诸如 AGV 利用率和产线产率），本申请提供了一种 AGV 系统以及 AGV 调度方法，能够优化 AGV 系统中的各 AGV 的调度，从而获得最优的所需性能指标。

[0039] 以下实施例为了方便说明，以针对动力电池的密封钉焊接缺陷样本生成为例进行说明。

[0040] 根据本申请的一个实施例，参照图 1，图 1 是根据本申请的一个实施例的 AGV 调度方法 100 的示例流程图。如图 1 中所示，方法 100 开始于步骤 110，在此获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值。在一实施例中，阈值的最优取值能够使得 AGV 系统的相关性能指标达到最优。根据一实施例，相关性能指标可包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。由此，AGV 调度有关参数的阈值的最优取值将使得 AGV 利用率和/或产线产率达到最优。

[0041] 在另一实施例中，AGV 调度有关参数的阈值可包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者。在该实施例中，与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值的最优取值将能够从全局协同和优化 AGV 运输任务的生成及调度，从而防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷；而与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值的最优取值能够优化 AGV 充电任务的生成，错开 AGV 充电时间段，防止产生 AGV 充电需求的波峰和波谷，减少 AGV 充电拥堵和充电等待。

[0042] 进一步根据该实施例，第一阈值被用于生成和调度 AGV 运输任务，即在生产设备的剩余物料处理时间低于第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料；第二阈值被用于生成和调度 AGV 充电任务，即在 AGV 的剩余电量低于第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。本领域技术人员可以明白，上述阈值仅仅是 AGV 系统中所使用的参数阈值的示例，还可以存在各种其他合适的参数阈值（诸如生产设备所产出的产品在产线上的积压量）并且它们都可以根据本申请的方法和系统来被优化和应用，在此不再赘述。

[0043] 通过上述第一阈值和第二阈值，能够在 AGV 系统中自动地且智能地生成 AGV 运输任务和 AGV 充电任务，从而能够更好地防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷以及 AGV 充电需求的波峰和波谷，由此可以

提高 AGV 利用率和产线产率。

[0044] 在一实施例中，获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值可以按任何合适的方式来执行。例如，图 2 示出了获取方式的一个示例。

[0045] 参考图 2，其示出了根据本申请的一个实施例的阈值最优取值的获取方法 200 的示例流程图。可以看到，方法 200 开始于步骤 102，在此通过预先建立的针对实际 AGV 系统的仿真模型，针对 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值。

[0046] 在一实施例中，仿真是借助于 Plant Simulation 或 Flexsim 仿真软件来执行的。在该实施例中，通过使用普通的仿真软件，能够更方便且快捷地执行本申请的方法。例如，通过使用仿真软件 Plant Simulation 构建 AGV 系统（以及任何所需的上位/下位系统）的仿真模型（至少包括 AGV 任务生成、AGV 任务分配、AGV 路径规划和调度、充电管理等模块），并在仿真模型中定义需要优化的阈值（诸如与生产设备的剩余物料处理时间相对应的阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的阈值）和性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率），随后针对每一组阈值取值，确保 AGV 任务分配、路径规划和调度等模块保持不变，通过 Plant Simulation 仿真算出性能指标。随后可基于所算出的性能指标来确定其中最优的性能指标，并进而获得与该最优的性能指标相对应的一组阈值取值。

[0047] 在一优选实施例中，AGV 调度有关参数的阈值可包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者。在该实施例中，仿真可根据以下各个因素中的至少一者来进行以确定相关性能指标的所得值：工单数量、AGV 数量、生产设备数量、生产设备的物料处理速率、AGV 运力、AGV 移动速度、AGV 初始电量、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值、AGV 充电速率，等等。将明白，还可存在影响第一阈值和/或第二阈值或者各种其他不同的 AGV 调度有关参数的阈值的任何其他合适因素，在此不再赘述。在该实施例中，对最优阈值取值的找出过程中所使用的参数的这一限定给出了对阈值取值有影响的各个因素，从而使得所找出的阈值取值更能够反映真实

AGV 系统的状况，并能够达到真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0048] 进一步根据该实施例，工单数量越多、AGV 数量越少、生产设备的生产速率越低、AGV 的运力越高、AGV 的移动速度越快，则第一阈值的最优取值越小。在该实施例中，通过对影响第一阈值的优选参数进行选择，并进一步给出这些优选参数对第一阈值的具体影响，能够更快地找出阈值的最优取值，且使得所找出的最优取值更能够反映真实 AGV 系统的状况，并能够达到真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0049] 进一步根据该实施例，工单数量越多、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值越大、AGV 的充电速率越快、AGV 的移动速度越快，则第二阈值的最优取值越小。在该实施例中，通过对影响第二阈值的优选参数进行选择，并进一步给出这些优选参数对第二阈值的具体影响，能够更快地找出阈值的最优取值，且使得所找出的最优取值更能够反映真实 AGV 系统的状况，并能够达到真实系统的所需最优性能指标（诸如 AGV 利用率和/或产线产率）。

[0050] 在 AGV 调度有关参数的阈值可包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者的实施例中，为了缩短仿真时间，仿真可针对与第一阈值相对应的第一范围中的值和/或与第二阈值相对应的第二范围中的值来确定相应的产线产率。在该实施例中，通过对仿真过程中的阈值取值范围的限定，使得能够在合需的范围内对阈值进行仿真，从而缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈值取值。

[0051] 进一步根据以上实施例，第一范围的下限是基于 AGV 的运力和生产设备的物料处理速率来计算得到的，并且第一范围的上限是基于 AGV 的运力、生产设备的物料处理速率以及生产设备的物料存储容量来计算得到的。在该实施例中，通过对第一阈值的取值范围的进一步限定，使得能够在更大的程度上缩小需要仿真的阈值取值范围，从而在更大程度上缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈值取值。进一步根据该实施例，第二范

围的下限是基于 AGV 的当前位置、AGV 的移动速度以及充电桩的位置来计算得到的。在该实施例中，通过对第二阈值的取值范围的进一步限定，使得能够在更大的程度上缩小需要仿真的阈值取值范围，从而在更大程度上缩短仿真时间，更高效地找出合需的阈值取值。

[0052] 在一实施例中，相关性能指标的符合预设条件的所得值是与 AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。在该实施例中，给出了性能指标的优选示例，即 AGV 利用率以及产线产率的最高值。这使得能够在最大程度上利用 AGV 系统和生产设备，从而降低生产成本，提高成效。

[0053] 在又一实施例中，对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值是不同的；和/或对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值是不同的。在该实施例中，并非针对每一 AGV 和/或生产设备采用相同的阈值取值，而是通过针对每一 AGV 和/或生产设备设定不同的阈值取值，充分考虑了各个 AGV 和/或生产设备的初始条件（诸如电量、已工作时间、磨损等等）的不同，因此使得最终获得的针对每一 AGV 和/或生产设备的阈值取值能够充分反映实际系统中的情形，从而能够针对该实际系统达到其最优的产线产率和/或 AGV 利用率。

[0054] 继续参考图 2，在步骤 104，方法 200 可包括取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取值作为 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值。

[0055] 将明白，可以存在各种其他合适的方式来得到 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值，例如通过查找预先确立的表（基于实际 AGV 系统的初始条件来确立）、通过内插（外插）等等方式，在此不再赘述。

[0056] 回头参考图 1，在步骤 120，方法 100 可包括在实际 AGV 系统中应用 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值来进行 AGV 调度。由此，通过这一 AGV 调度方法 100，可以（例如在规划阶段）仿真出与 AGV 系统的所考虑的不同性能指标的最优值相对应的调度参数阈值取值，由此可以在实际的 AGV 系统中使用所得到的调度参数阈值取值，从而能够达到 AGV 系统的最优性能指标。

[0057] 图 3 是根据本申请的一个实施例的 AGV 系统 300 的示意性框图。

[0058] 参考图 3，可以看到，AGV 系统 300 可包括 AGV 调度控制器 310、AGV 320、以及 AGV 仿真系统 330。将明白，AGV 调度控制器 310、AGV 320、以及 AGV 仿真系统 330 可以是能够彼此通信的，如图 3 中所示的闪电形状所示。当然，这一通信可以采用任何其他合适的形式，诸如 AGV 310 与 AGV 仿真系统 330 可不直接图像，而是可经由 AGV 调度控制器 310 作为中介来进行通信，诸如此类。

[0059] 本领域技术人员可以明白，尽管图 3 中为简明起见仅示出了一个 AGV 310，AGV 系统 300 可包括任意数量的 AGV，如图 3 中的省略号 340 所示。此外，尽管图 3 中以服务器的形式示出了 AGV 调度控制器 310，本领域技术人员将明白，这仅仅是示例，AGV 调度控制器 310 可以采取任何合适的形式，诸如在云上。

[0060] 在一实施例中，AGV 仿真系统 330 可被配置成获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值。进一步根据该实施例，这可包括通过预先建立的针对实际 AGV 系统 300 的仿真模型，针对 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取值作为 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值。随后，AGV 调度控制器 310 可被配置成从 AGV 仿真系统 330 接收并应用该最优取值来调度 AGV 320。如此，通过 AGV 系统 300，可以（例如在规划阶段）仿真出与 AGV 系统的所考虑的不同性能指标的最优值相对应的调度参数阈值取值，由此可以在实际的 AGV 系统中使用所得到的调度参数阈值取值，从而能够达到 AGV 系统的最优性能指标。

[0061] 根据另一实施例，AGV 调度有关参数的阈值可包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者，并且其中相关性能指标包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。该实施例是 AGV 调度有关参数的阈值和相关性能指标的优选示例。AGV 利用率以及产线产率是优选的目标，其中针对与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值的优化能够从全局协同和

优化 AGV 运输任务的生成及调度，从而防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷；而针对与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值的优化能够优化 AGV 充电任务的生成，错开 AGV 充电时间段，防止产生 AGV 充电需求的波峰和波谷，减少 AGV 充电拥堵和充电等待。

[0062] 根据另一实施例，在生产设备的剩余物料处理时间低于第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料，并且在 AGV 的剩余电量低于第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。通过上述第一阈值和第二阈值，能够在 AGV 系统中自动地且智能地生成 AGV 运输任务和 AGV 充电任务，从而能够更好地防止产生对 AGV 运输需求的波峰和波谷以及 AGV 充电需求的波峰和波谷。

[0063] 根据又一实施例，相关性能指标的符合预设条件的所得值是与 AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。在该实施例中，给出了性能指标的优选示例，即 AGV 利用率以及产线产率的最高值。这使得能够在最大程度上利用 AGV 系统和生产设备，从而降低生产成本，提高成效。

[0064] 在又一实施例中，对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值是不同的；和/或对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值是不同的。在该实施例中，并非针对每一 AGV 和/或生产设备采用相同的阈值取值，而是通过针对每一 AGV 和/或生产设备设定不同的阈值取值，充分考虑了各个 AGV 和/或生产设备的初始条件（诸如电量、已工作时间、磨损等等）的不同，因此使得最终获得的针对每一 AGV 和/或生产设备的阈值取值能够充分反映实际系统中的情形，从而能够针对该实际系统达到其最优的产线产率和/或 AGV 利用率。

[0065] 尽管图 3 中将 AGV 调度控制器 310 和 AGV 仿真系统 330 示为分开的组件，但本领域技术人员将明白，它们可以位于一处或者它们可以各自拆分成多个子系统（只要这些子系统能够实现所述功能即可）。

[0066] 本申请的技术方案能够优化与生产设备的剩余物料处理时间相关的阈值。当生产设备的剩余物料处理时间低于该阈值时，AGV 系统的相关

AGV 调度控制器会将 AGV 运输任务自动指派给 AGV 系统中的一个或多个所选 AGV 来进行物料运输。

[0067] 本申请的技术方案还能够优化与 AGV 的剩余电量相关的阈值。当 AGV 的剩余电量低于该阈值时，AGV 系统的相关 AGV 调度控制器会自动生成针对该 AGV 的充电任务并指派该 AGV 到相应充电桩进行充电。

[0068] 本申请的技术方案可以在规划阶段，通过 AGV 系统仿真和调用优化算法库，来优化与生产设备的剩余物料处理时间相关的阈值和与 AGV 的剩余电量相关的阈值，以便自动化和智能化地生成和调度 AGV 运输任务和 AGV 充电任务，从而能够在全局上协同和优化 AGV 的利用率并提高产线产率。

[0069] 将明白，本申请的技术方案可以在 AGV 系统的规划阶段预先地和/或在实际系统的工作过程中执行。

[0070] 虽然已经参考优选实施例对本申请进行了描述，但在不脱离本申请的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权 利 要 求 书

1. 一种 AGV 调度方法，包括：

获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值，包括：

通过预先建立的针对实际 AGV 系统的仿真模型，针对所述 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在所述阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及

取与所述相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取值作为所述 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值；以及

在所述实际 AGV 系统中应用所述 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值来进行 AGV 调度。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述 AGV 调度有关参数的阈值包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者，并且其中所述相关性能指标包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。

3. 根据权利要求 1-2 中的任一项所述的方法，其中在生产设备的剩余物料处理时间低于所述第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料，并且在 AGV 的剩余电量低于所述第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。

4. 根据权利要求 1-3 中的任一项所述的方法，其中所述仿真根据以下各个因素中的至少一者来进行以确定所述相关性能指标的所得值：工单数量、AGV 数量、生产设备数量、生产设备的物料处理速率、AGV 运力、AGV 移动速度、AGV 初始电量、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值、AGV 充电速率。

5. 根据权利要求 1-4 中的任一项所述的方法，其中工单数量越多、AGV 数量越少、生产设备的生产速率越低、AGV 的运力越高、AGV 的移动速度越快，则所述第一阈值的最优取值越小。

6. 根据权利要求 1-5 中的任一项所述的方法，其中工单数量越多、AGV 数量与 AGV 充电桩数目的比值越大、AGV 的充电速率越快、AGV 的移动速度越快，则所述第二阈值的最优取值越小。

7. 根据权利要求 1-6 中的任一项所述的方法，其中所述仿真针对与所述第一阈值相对应的第一范围中的值和/或与所述第二阈值相对应的第二范围中的值来确定相应的产线产率。

8. 根据权利要求 1-7 中的任一项所述的方法，其中所述第一范围的下限是基于 AGV 的运力和生产设备的物料处理速率来计算得到的，并且所述第一范围的上限是基于 AGV 的运力、生产设备的物料处理速率以及生产设备的物料存储容量来计算得到的。

9. 根据权利要求 1-8 中的任一项所述的方法，其中所述第二范围的下限是基于 AGV 的当前位置、AGV 的移动速度以及充电桩的位置来计算得到的。

10. 根据权利要求 1-9 所述的方法，其中，

所述相关性能指标的符合预设条件的所得值是与 AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。

11. 根据权利要求 1-10 中的任一项所述的方法，其中，

对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值的取值是不同的；和/或

对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值的取值是不同的。

12. 根据权利要求 1-11 中的任一项所述的方法，其中所述仿真是借助于 Plant Simulation 或 Flexsim 仿真软件来执行的。

13. 一种 AGV 系统，包括：

AGV；

AGV 仿真系统，所述 AGV 仿真系统被配置成获取 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值，包括：

通过预先建立的针对实际 AGV 系统的仿真模型，针对所述 AGV 调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在所述阈值的相应取值下相关性能指标的所得值；以及

取与所述相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的 AGV 调度有关参数的阈值的取值作为所述 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值；以及

AGV 调度控制器，所述 AGV 调度控制器被配置成应用所述 AGV 调度有关参数的阈值的最优取值来调度所述 AGV。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，其中所述 AGV 调度有关参数的阈值包括与生产设备的剩余物料处理时间相对应的第一阈值以及与 AGV 的剩余电量相对应的第二阈值中的一者或两者，并且其中所述相关性能指标包括 AGV 利用率以及产线产率中的一者或两者。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的系统，其中在生产设备的剩余物料处理时间低于所述第一阈值的情况下，生成 AGV 运输任务以调度 AGV 向该生产设备供应物料，并且在 AGV 的剩余电量低于所述第二阈值的情况下，生成 AGV 充电任务以调度该 AGV 去往充电桩进行充电。

16. 根据权利要求 13-15 中的任一项所述的系统，其中，

所述相关性能指标的符合预设条件的所得值是与 AGV 利用率的最高值和/或产线产率的最高值。

17. 根据权利要求 13-16 中的任一项所述的系统，其中，

对于生产设备中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第一阈值的取值是不同的；和/或

对于 AGV 中的至少一部分而言，所确定的与最高 AGV 利用率和/或最高产线产率相对应的第二阈值的取值是不同的。

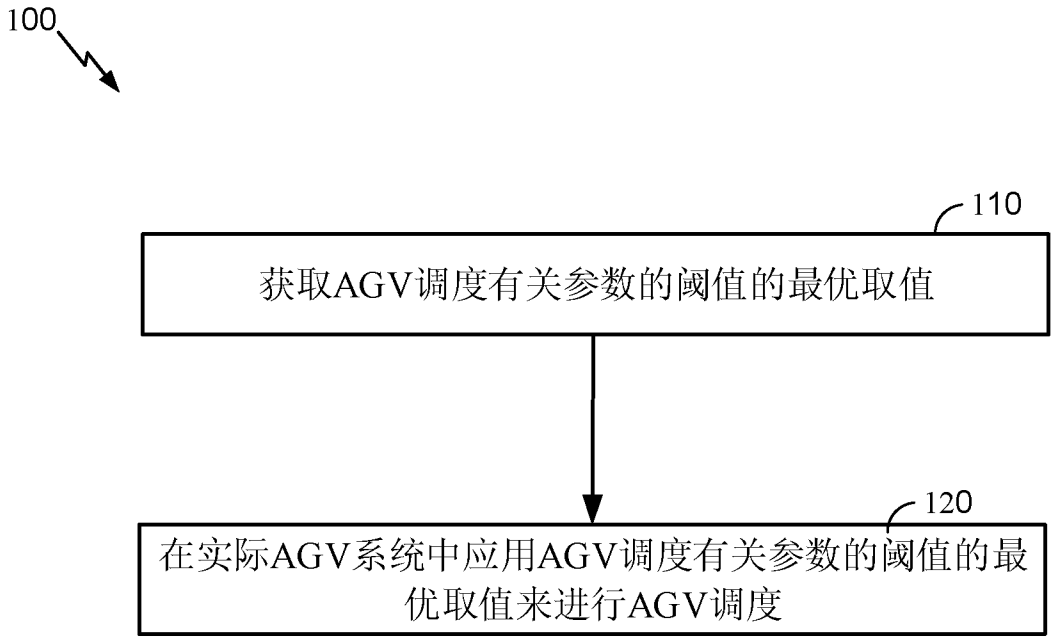

100
110
获取AGV调度有关参数的阈值的最优取值
120
在实际AGV系统中应用AGV调度有关参数的阈值的最优取值来进行AGV调度

图 1

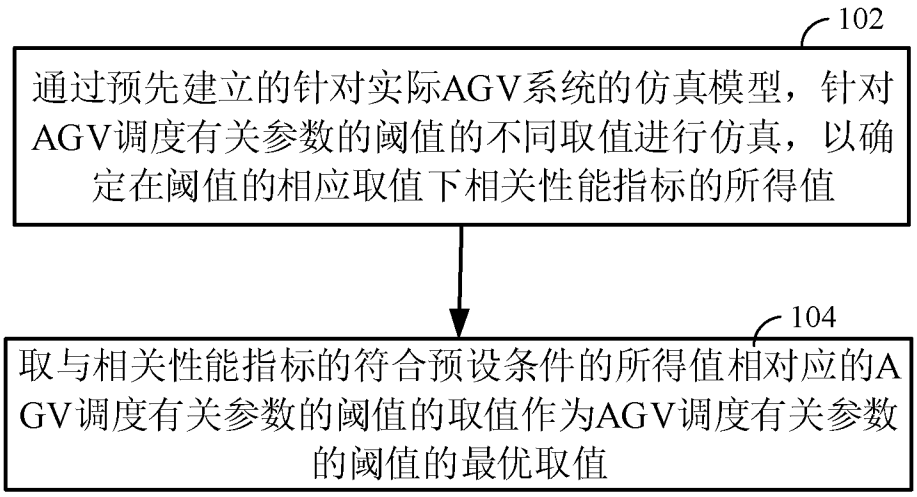

102
通过预先建立的针对实际AGV系统的仿真模型，针对AGV调度有关参数的阈值的不同取值进行仿真，以确定在阈值的相应取值下相关性能指标的所得值
104
取与相关性能指标的符合预设条件的所得值相对应的AGV调度有关参数的阈值的取值作为AGV调度有关参数的阈值的最优取值

图 2

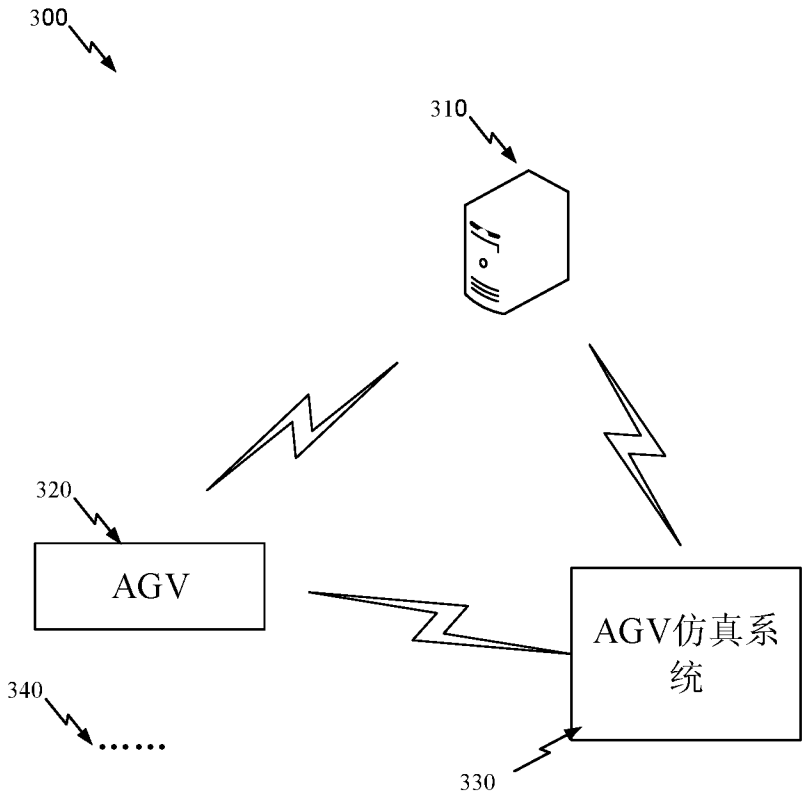


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/085811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/04(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI; IEEE: 自动导引运输车, 仿真, 模型, 建模, 参数, 阈值, 最优, 寻优, 预测, AGV, Automated Guided Vehicle, simulation, model, parameter, threshold, optimization, predict

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112084580 A (SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY) 15 December 2020 (2020-12-15) description, paragraphs 35-71	1-17
X	CN 107179769 A (QUANZHOU INSTITUTE OF EQUIPMENT MANUFACTURING) 19 September 2017 (2017-09-19) description, paragraphs 40-73	1-17
A	CN 110187647 A (BEIJING JINGDONG SHANGKE INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 30 August 2019 (2019-08-30) entire document	1-17
A	WO 2019142499 A1 (MURATA MACHINERY LTD.) 25 July 2019 (2019-07-25) entire document	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 November 2022	**29 November 2022**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2022/085811

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 112084580 A	15 December 2020	CN 112084580 B	19 August 2022
CN 107179769 A	19 September 2017	CN 107179769 B	10 July 2020
CN 110187647 A	30 August 2019	None	
WO 2019142499 A1	25 July 2019	JP WO2019142499 A1	19 November 2020
		JP 6856144 B2	07 April 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/085811

A. 主题的分类

G06Q 10/04(2012.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI;IEEE：自动导引运输车，仿真，模型，建模，参数，阈值，最优，寻优，预测，AGV，Automated Guided Vehicle，simulation，model，parameter，threshold，optimization，predict

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 112084580 A (西南交通大学) 2020年12月15日 (2020-12-15) 说明书第35-71段	1-17
X	CN 107179769 A (泉州装备制造研究所) 2017年9月19日 (2017-09-19) 说明书第40-73段	1-17
A	CN 110187647 A (北京京东尚科信息技术有限公司 等) 2019年8月30日 (2019-08-30) 全文	1-17
A	WO 2019142499 A1 (MURATA MACHINERY LTD) 2019年7月25日 (2019-07-25) 全文	1-17

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件
“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性
“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2022年11月2日	2022年11月29日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 马婷婷 电话号码 86-(20)-28958507

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/085811

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 112084580 A	2020年12月15日	CN 112084580 B	2022年8月19日
CN 107179769 A	2017年9月19日	CN 107179769 B	2020年7月10日
CN 110187647 A	2019年8月30日	无	
WO 2019142499 A1	2019年7月25日	JP WO2019142499 A1	2020年11月19日
		JP 6856144 B2	2021年4月7日