



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116348372 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 27

(21) 申请号 202180074890.9

(72) 发明人 松尾宏平 谷口智之 竹泽正仁  
平方胜

(22) 申请日 2021.11.12

(74) 专利代理机构 上海立群专利代理事务所  
(普通合伙) 31291  
专利代理师 杨楷 毛立群

(30) 优先权数据

2020-188598 2020.11.12 JP

2020-188599 2020.11.12 JP

2020-217945 2020.12.25 JP

(51) Int. Cl.

B63B 49/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.05.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/041795 2021.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/102758 JA 2022.05.19

(71) 申请人 国立研究开发法人海上·港湾·航  
空技术研究所

地址 日本国东京都

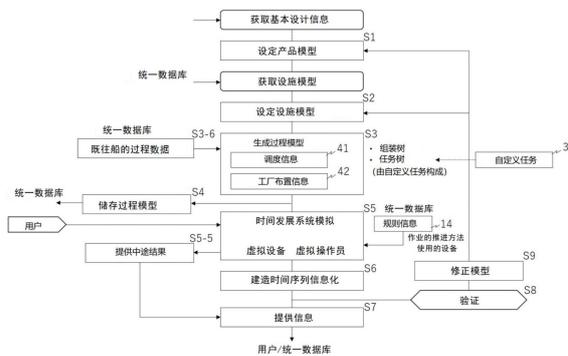
权利要求书3页 说明书50页 附图56页

## (54) 发明名称

基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、程序及系统、以及船舶的品质数据库的构建方法

## (57) 摘要

本发明提供能够以细致的作业级别模拟船舶的建造的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法及建造模拟程序。执行以下步骤:步骤(S1),从统一数据库(10)中获取船舶的基本设计信息从而设定为以标准化的数据结构表现的产品模型;步骤(S2),从统一数据库(10)中获取关于工厂的设备与操作员的信息从而设定为以标准化的数据结构表现的设施模型(12);步骤(S3),基于产品模型与设施模型(12),生成以标准化的数据结构表现的过程模型;步骤(S5),基于过程模型,进行时间发展系统模拟;步骤(S6),对模拟的结果进行时间序列数据化而制成建造时间序列信息(51);步骤(S7),提供建造时间序列信息(51)。



1. 一种基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其作为一种基于储存在统一数据库中的以标准化的数据结构表现的信息对船舶的建造进行模拟的方法,其特征在于,执行以下步骤:

产品模型设定步骤,从所述统一数据库中获取所述船舶的基本设计信息从而设定为以所述标准化的数据结构表现的产品模型;

设施模型设定步骤,从所述统一数据库中获取关于建造所述船舶的工厂的设备与操作人员的信息从而设定为以所述标准化的数据结构表现的设施模型;

过程模型生成步骤,基于所述产品模型与所述设施模型,将用于从构成部件建造所述船舶的组装流程及任务明确化,生成以所述标准化的数据结构表现的过程模型;

模拟步骤,基于所述过程模型,进行依次计算各时间的建造的进展状况的时间发展系统模拟;

时间序列信息化步骤,对所述时间发展系统模拟的结果进行时间序列数据化而制成建造时间序列信息;

信息提供步骤,提供所述建造时间序列信息。

2. 如权利要求1所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,基于关于所述设备与所述操作人员的信息而预先生成所述设施模型,以所述标准化的数据结构表现所述设施模型并储存在所述统一数据库中。

3. 如权利要求1或者权利要求2所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,基于所述船舶的所述基本设计信息而预先生成所述产品模型,以所述标准化的数据结构表现所述产品模型并储存在所述统一数据库中。

4. 如权利要求1~3的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,进一步执行过程模型储存步骤,将在所述过程模型生成步骤中生成的以所述标准化的数据结构表现的所述过程模型储存在所述统一数据库中。

5. 如权利要求1~4的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,所述过程模型包括:组装树,作为所述组装流程而表示组装的依存关系;任务树,表示基于所述组装树的所述任务间的依存关系。

6. 如权利要求1~5的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,所述任务包括将作为能够在所述时间发展系统模拟中执行的函数的基本任务进行组合而构建的自定义任务。

7. 如权利要求1~6的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,在所述过程模型生成步骤中,基于所述组装流程与所述任务来生成所述操作员的调度信息及关于所述工厂内的所述设备与所述操作员的配置的工厂布置信息中的至少一方。

8. 如权利要求1~7的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,利用包含判断规则、即脑的规则信息,所述判断规则是为了供所述操作员推进虚拟作业或者供所述操作员决定在所述虚拟作业中使用的所述设备而对所述操作员赋予的判断规则。

9. 如权利要求1~8的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,所述产品模型、所述设施模型及所述过程模型的所述标准化的数据结构具有包含至少按照多个数据的种类划分而成的类、所述类间的关系及所述类间的父子关系的数据结构。

10. 如权利要求1~9的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,其特征在于,在所述信息提供步骤中,至少将所述建造时间序列信息作为所述标准化的数据结构而提供至所述统一数据库。

11. 一种基于统一数据库的船舶的建造模拟程序,其为一种基于储存在统一数据库中的以标准化的数据结构表现的信息对船舶的建造进行模拟的程序,其特征在于,

使计算机执行权利要求1~10的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法中的如下步骤:

所述产品模型设定步骤、  
所述设施模型设定步骤、  
所述过程模型生成步骤、  
所述模拟步骤、  
所述时间序列信息化步骤、  
所述信息提供步骤。

12. 如引用了权利要求4的权利要求11所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟程序,其特征在于,使所述计算机进一步执行所述过程模型储存步骤。

13. 一种基于统一数据库的船舶的建造模拟系统,其为用于执行权利要求1~10的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的系统,其特征在于,具备:

统一数据库,以标准化的数据结构储存与所述船舶的建造相关的信息;  
产品模型设定单元,设定所述产品模型;  
设施模型设定单元,设定所述设施模型;  
过程模型生成单元,生成所述过程模型;  
建造模拟单元,进行所述时间发展系统模拟;  
时间序列信息化单元,生成所述建造时间序列信息;  
信息提供单元,提供所述建造时间序列信息。

14. 如引用了权利要求4的权利要求13所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统,其特征在于,还具备过程模型储存单元,将所述过程模型储存在所述统一数据库中。

15. 如权利要求13或者权利要求14所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统,其特征在于,所述设施模型是根据多个所述工厂的所述设备的信息与所述操作员的信息生成的设施模型,所述过程模型生成单元生成每个所述工厂的所述过程模型,所述建造模拟单元对所述产品模型进行每个所述工厂的所述时间发展系统模拟。

16. 如权利要求15所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统,其特征在于,从所述信息提供单元提供作为能够进行比较的所述建造时间序列信息的、所述建造模拟单元中的每个所述工厂的所述时间发展系统模拟的结果。

17. 如权利要求13~16的任一项所述的船舶的建造模拟系统,其特征在于,具备以下单元中的至少一个单元:成本计算单元,基于所述建造时间序列信息,计算与所述船舶的建造相关的成本;部件供应计划单元,生成所述船舶的建造所需的采购部件的采购计划;及生产计划单元,制定与所述船舶的建造相关的生产计划。

18. 一种船舶的品质数据库的构建方法,其特征在于,根据权利要求1~15的任一项所述的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法中的所述过程模型或者所述建造时间序列信

息执行建造过程,获取与所述建造过程相关的品质数据,将所述品质数据与所述产品模型、所述设施模型及所述过程模型中的至少一个相关联并以标准化的品质数据结构表现,从而作为所述产品模型的品质管理数据而储存在所述品质数据库中。

19.如权利要求18所述的船舶的品质数据库的构建方法,其特征在于,获取所述船舶的下水后的下水后品质信息,与所述产品模型、所述设施模型及所述过程模型中的至少一个相关联而作为所述船舶的下水后的所述品质管理数据储存在所述品质数据库中。

20.如权利要求18或者权利要求19所述的船舶的品质数据库的构建方法,其特征在于,所述标准化的品质数据结构是与所述产品模型、所述设施模型及所述过程模型中的至少一个的所述标准化的数据结构相关联而标准化的品质数据结构。

## 基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、程序及系统、以及船舶的品质数据库的构建方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及基于统一数据库的模拟船舶的建造的方法、程序及系统、以及船舶的品质数据库的构建方法。

### 背景技术

[0002] 作为造船的生产(建造)计划、日程计划的设定依据的各作业的作业量即工时通常基于“工时=每单位管理物量的标准时间×管理物量”的思路求出。

[0003] 但是,在本质上,与管理物量成正比的仅为主作业(制品因此而向完成推进的作业),尽管附属作业(如果不进行该作业则无法推进主作业,但该作业本身并非使制品向完成推进的作业)、无附加价值行为(对于制品的完成没有任何价值的行为)由与管理物量不同的维度决定,但现状是将它们全部作为与管理物量成正比的作业而进行简便处理。有报告称,造船中的主作业率取决于工种但通常为30~40%,根据管理物量成正比地推定工时在精度上存在技术问题。

[0004] 另一方面,存在实施制造工序的模拟的流水线模拟器,但需要一项项手动输入所有细致的作业。此外,流水线模拟器虽然适于如大量生产件的流水线生产那样决定物品的流动与操作者的动作并重复同样的作业的模拟,但不适于如作为订货生产的造船那样根据状况来变更各种作业这样的模拟。

[0005] 此外,虽然在建造船舶时进行各种品质检查,但未进行品质的记录、或者即便进行了品质的记录却未在能够管理的状态下数据化的情况较多,现状为很难说对品质进行担保的体系完备。

[0006] 在此,在专利文献1中公开了与各造船厂各自不同的环境无关地共通应用的船舶及海洋设备生产模拟框架与船舶及海洋设备生产模拟综合解决方案系统,所述系统基于该船舶及海洋设备生产模拟框架,以可分离的方式对与各造船厂的不同的环境相匹配而差别应用的造船海洋工序的相互验证模拟系统、分块的起重机吊装及搭载模拟系统、GIS信息基础设备模拟系统及分块与物流管制模拟系统进行结合,由此具备与各造船厂的状况相匹配地有效应用的扩展性与循环性。

[0007] 此外,在专利文献2中公开有一种方法,其为生成项目计划的方法,包括:通过处理器单元接收包含记述任务间的位次关系的信息、示出任务的所需时间的信息、以及示出任务的所需时间的变动性的信息的项目明细信息,使用项目明细信息由处理器单元生成项目的模拟模型,执行多次模拟模型,识别形成有关键路径的任务的子集,生成模拟结果数据,根据模拟结果数据生成包含识别出形成有关键路径的任务的子集的项目网络演示,项目明细信息由处理器单元以从文本文件、电子表单文件以及可扩展标记语言文件所构成的信息形式的组中选择的信息形式接收。

[0008] 此外,在专利文献3中公开有一种调度装置,其为进行由多个工序构成的生产对象物的生产调度的调度装置,具有:储存单元,储存有用于设定工序的连接顺序关系的工序连

接信息、设定工序中包含的各分块的移动路径的分块流信息、设定各分块的各工序中的工期的作业工期信息、各工序的限制条件；解释单元，根据储存在储存单元中的信息将工序按照从下游向上游回溯的顺序进行排序；模型生成单元，基于由解释单元得到的排序后的工序数据来生成调度模型；日程计划生成单元，对于由模型生成单元得到的每个调度模型将调度最佳化；输出单元，输出由日程计划生成单元得到的调度结果。

[0009] 此外，在专利文献4中公开有一种生产系统计划方法，使用工序计划、基于工序计划的设备配置计划、基于工序计划及设备配置计划的人员分配计划、基于工序计划与设备配置计划及人员分配计划的生产计划，通过在各计划中生成的生产流水线模型，模拟生产活动而生成各计划的评价规范值，利用规范值判定各计划的好坏，基于此进行计划的修正。此外，应用该生产系统计划方法的生产系统计划装置具备保存用于生成计划的各种数据及作为其处理结果的计划内容的数据库部。

[0010] 此外，在专利文献5中，公开有一种生产物流设备的操作支援系统，其具备：实绩与计划信息数据库，保存生产物流设备的操作实绩信息及作业计划信息；统计信息计算部，使用保存在实绩与计划信息数据库中的操作实绩信息及作业计划信息，计算指定的时间段中的生产物流设备的操作状况的统计值；设备运作状况显示部，使用计算出的生产物流设备的操作状况的统计值而显示出指定的时间段中的生产物流设备中包含的设备的操作状况的设备运作状况画面，并且根据对显示于设备运作状况画面的设备的选择操作，将在所选择操作的设备中进行的作业的列表作为作业信息列表重叠显示于设备运作状况画面上；甘特图表显示部，根据对制品的选择操作，显示生产物流设备中包含的设备的甘特图表或者识别显示出与所选择操作的制品相关的作业的甘特图表画面，并且根据对甘特图表画面内的作业的选择操作，识别显示与所选择操作的作业处于先后进行关系的作业。

[0011] 此外，在专利文献6中，公开有在品质管理系统中，将从供应商终端输入的作为品质数据的出厂检查数据储存在服务器的数据库中，通过服务器进行统计处理而自动生成管理图；能够从购买者终端或供应商终端对管理图及品质数据即时地进行监测；自动检测在管理图中的异常值的出现，从服务器向相关人员发送异常发生通知邮件；将品质数据、管理图、异常值出现时的对应历史记录储存在BBS及邮件中，形成数据库。

[0012] 此外，在专利文献7中，作为机器要素商品的IC标签与数据库并用品质管理方法，公开有如下内容：作为管理对象的机器要素商品是组装了多种元件而成的；这些多种元件是从材料购入开始经过锻造工序、热处理工序及磨削工序而制造的；将各工序的信息与该工序的批号一起记录在IC标签中；将元件组装成机器要素商品之后预先将针对各元件的IC标签的记录信息与制造编号或制造批号对应地记录在管理计算机系统中；在机器要素商品上安装其他的IC标签，记录制造编号或批号；以及在该IC标签中，记录有锻造、热处理、磨削的各工序的加工条件信息。

[0013] 此外，在非专利文献1中，作为与用于构建造船CIM的工序管理对应的具体的工作而例举了Process Planning(过程计划)与Scheduling(调度)，在Process Planning中，记载有针对制品信息基于关于制造现场的概念性知识来决定用于制造的方法与流程，在Scheduling中，记载有基于关于实际的制造现场中的具体的状况的知识从时间与现场器材的有效利用的观点出发而展开Process Planning的结果，从而生成满足交付期及其他条件的日程计划，并且公开有用于基于面向对象的工序管理的造船工厂模型。

[0014] 此外,在非专利文献2中公开有如下方法:为了评价船舶建造过程中的生产设备的导入效果,利用考虑了基于在生产过程中作为对象的制品的制造误差的调试作业的生产过程模拟,评价新生产设备导入对过程整体的期间与费用带来的影响,且记载了在该生产过程模拟中,考虑造船厂的作业场所的限制与操作员的技能。

[0015] 现有技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 专利文献1:日本实用新型登录第3211204号公报

[0018] 专利文献2:日本特开2013-117959号公报

[0019] 专利文献3:日本特开2007-183817号公报

[0020] 专利文献4:日本特开2003-162313号公报

[0021] 专利文献5:日本特开2015-138321号公报

[0022] 专利文献6:日本特开2006-79354号公报

[0023] 专利文献7:日本特开2004-334891号公报

[0024] 非专利文献

[0025] 非专利文献1:小山健夫等2人,“关于用于构建造船CIM的工序管理系统的基础研究”,日本造船学会论文集,日本造船学会,1989年11月,第166号,第415-423页

[0026] 非专利文献2:满行泰河等4人,“关于使用了船舶建造过程模拟的生产设备的导入的研究”,日本船舶海洋工学会论文集,日本船舶海洋工学会,2016年12月,第24号,第291-298页

## 发明内容

[0027] 发明要解决的技术问题

[0028] 在专利文献1-4及非专利文献1-2中,并未试图在建造的模拟中包括主作业和附属作业在内而精密地再现操作员的生产行为,也并未将与船舶的建造关联的品质数据储存在数据库中。另外,在非专利文献2中,为了评价对制品的品质造成影响的生产设备的导入效果而利用生产过程模拟,但并未以能够管理品质数据的状态储存在数据库中。

[0029] 此外,在专利文献5中,并未将用于模拟的关于工厂的设备和操作员的信息储存在数据库中,也并未将与船舶的建造关联的品质数据储存在数据库中。

[0030] 此外,在专利文献6-7中,并未将储存在数据库中的出厂检查数据和制造信息与表现出该制品的构成和形状的产品模型相关联。

[0031] 因此,本发明的目的在于提供一种能够以细致的作业级别对船舶的建造进行模拟的、基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及建造模拟系统,并提供对于与船舶的建造关联的品质数据以能够进行管理的状态储存而能够有效利用的船舶的品质数据库的构建方法。

[0032] 用于解决上述技术问题的方案

[0033] 在与方案1记载对应的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法中,其为一种基于储存在统一数据库中的以标准化的数据结构表现的信息对船舶的建造进行模拟的方法,其特征在于,执行以下步骤:产品模型设定步骤,从统一数据库中获取船舶的基本设计信息从而设定为以标准化的数据结构表现的产品模型;设施模型设定步骤,从统一数据库中获取

关于建造船舶的工厂的设备与操作员的信息从而设定为以标准化的数据结构表现的设施模型;过程模型生成步骤,基于产品模型与设施模型,将用于从构成部件建造船舶的组装流程及任务明确化,生成以标准化的数据结构表现的过程模型;模拟步骤,基于过程模型,进行依次计算各时间的建造的进展状况的时间发展系统模拟;时间序列信息化步骤,对时间发展系统模拟的结果进行时间序列数据化而制成建造时间序列信息;信息提供步骤,提供建造时间序列信息。

[0034] 根据方案1记载的本发明,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0035] 方案2记载的本发明的特征在于,基于关于设备与操作员的信息而预先生成设施模型,以标准化的数据结构表现设施模型并储存在统一数据库中。

[0036] 根据方案2记载的本发明,由于将设施模型作为标准化的数据结构而储存在统一数据库中,因此能够简便地进行标准化的数据结构的设施模型的获取、共同利用、设定、新的信息的储存等。

[0037] 方案3记载的本发明的特征在于,基于船舶的基本设计信息而预先生成产品模型,以标准化的数据结构表现产品模型并储存在统一数据库中。

[0038] 根据方案3记载的本发明,例如能够在不访问设计系统的情况下简便地进行产品模型的获取。此外,产品模型例如是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此能够更简便地进行产品模型的获取和过程模型的生成,或者能够容易地进行储存。

[0039] 方案4记载的本发明的特征在于,进一步执行过程模型储存步骤,将在过程模型生成步骤中生成的以标准化的数据结构表现的过程模型储存在统一数据库中。

[0040] 根据方案4记载的本发明,例如,能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或者类似的船舶的模拟中的既往船过程数据而进行时间发展系统模拟。此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的储存和利用变得容易。

[0041] 方案5记载的本发明的特征在于,过程模型包括:组装树,作为组装流程而表示组装的依存关系;任务树,表示基于组装树的任务间的依存关系。

[0042] 根据方案5记载的本发明,能够明确组装的流程和与其相关的任务的依存关系,并精度良好地生成过程模型。

[0043] 方案6记载的本发明的特征在于,任务包括将作为能够在时间发展系统模拟中执行的函数的基本任务进行组合而构建的自定义任务。

[0044] 根据方案6记载的本发明,能够利用按作业的种类而将微小作业组合而得的自定义任务,提高时间发展系统模拟的精度。

[0045] 方案7记载的本发明的特征在于,在过程模型生成步骤中,基于组装流程与任务来生成操作员的调度信息及关于工厂内的设备与操作员的配置的工厂布置信息中的至少一方。

[0046] 根据方案7记载的本发明,能够基于调度信息,精密地再现包括主作业和附属作业

在内的操作员的全部的生产行为而进行时间发展系统模拟。此外,能够基于反映了设备和操作员的配置的工厂布置信息进行时间发展系统模拟。

[0047] 方案8记载的本发明的特征在于,利用包含判断规则、即脑的规则信息,所述判断规则是为了供操作员推进虚拟作业或者供操作员决定在虚拟作业中使用的设备而对操作员赋予的判断规则。

[0048] 根据方案8记载的本发明,通过利用规则信息,时间发展系统模拟中的操作员容易准确地推进虚拟作业或者决定设备。此外,操作员能够利用脑对并非是重复作业而是需要非常频繁地在现场进行判断的作业进行判断,顺利地推进虚拟作业。

[0049] 方案9记载的本发明的特征在于,产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构具有包含至少按照多个数据的种类划分而成的类、类间的关系及类间的父子关系的数据结构。

[0050] 根据方案9所述的本发明,利用以类或类间的关系为轴的数据结构而使产品模型、设施模型及过程模型的获取和储存、利用等变得容易。

[0051] 方案10记载的本发明的特征在于,在信息提供步骤中,至少将建造时间序列信息作为标准化的数据结构而提供至统一数据库。

[0052] 根据方案10记载的本发明,能够考虑到与产品模型等的关系性将作为建造时间序列信息而提供的信息的种类和属性、还有格式等以作为建造时间序列信息的标准化的数据结构容易地储存在统一数据库中。此外,对于作为标准化的数据结构而储存的建造时间序列信息,例如能够从统一数据库中获取而在实际的船舶的建造时参照,或者作为之后的模拟时的信息利用或用于规则信息的机器学习等。

[0053] 在与方案11记载对应的基于统一数据库的船舶的建造模拟程序中,其为一种基于储存在统一数据库中的以标准化的数据结构表现的信息对船舶的建造进行模拟的程序,其特征在于,使计算机执行基于统一数据库的船舶的建造模拟方法中的如下步骤:产品模型设定步骤、设施模型设定步骤、过程模型生成步骤、模拟步骤、时间序列信息化步骤、信息提供步骤。

[0054] 根据方案11记载的本发明,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0055] 方案12记载的本发明的特征在于,使计算机进一步执行过程模型储存步骤。

[0056] 根据方案12记载的本发明,例如,能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或者类似的船舶的模拟中的既往船过程数据而进行时间发展系统模拟。此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的储存和利用变得容易。

[0057] 在与方案13记载对应的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统中,其为用于执行基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的系统,其特征在于,具备:统一数据库,以标准化的数据结构储存与船舶的建造相关的信息;产品模型设定单元,设定产品模型;设施模型设定单元,设定设施模型;过程模型生成单元,生成过程模型;建造模拟单元,进行时间发展系统模拟;时间序列信息化单元,生成建造时间序列信息;信息提供单元,提供建造时间序列

信息。

[0058] 根据方案13记载的本发明,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0059] 方案14记载的本发明的特征在于,还具备过程模型储存单元,将过程模型储存在统一数据库中。

[0060] 根据方案14记载的本发明,能够从统一数据库中获取所储存的过程模型,进行时间发展系统模拟。此外,例如通过储存以将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构生成的过程模型,过程模型的生成和储存、还有利用变得容易。

[0061] 方案15记载的本发明的特征在于,设施模型是根据多个工厂的设备的信息与操作员的信息生成的设施模型,过程模型生成单元生成每个工厂的过程模型,建造模拟单元对产品模型进行每个工厂的时间发展系统模拟。

[0062] 根据方案15记载的本发明,例如对于多个工厂的设施模型根据一个产品模型来生成每个工厂的过程模型,进行使用了每个工厂的设施模型的时间发展系统模拟,因此能够对各工厂中的制造成本、工期进行比较,使对实际建造的工厂的选择变得容易,实现成本的进一步降低、工期的进一步缩短。

[0063] 方案16记载的本发明的特征在于,从信息提供单元提供作为能够进行比较的建造时间序列信息的、建造模拟单元中的每个工厂的时间发展系统模拟的结果。

[0064] 根据方案16记载的本发明,用户能够迅速且准确地对各工厂中的工时预测结果、设施的技术问题、难点等进行比较,并能够比较制造成本和工期等。

[0065] 方案17记载的本发明的特征在于,具备以下单元中的至少一个单元:成本计算单元,基于建造时间序列信息,计算与船舶的建造相关的成本;部件供应计划单元,生成船舶的建造所需的采购部件的采购计划;及生产计划单元,制定与船舶的建造相关的生产计划。

[0066] 根据方案17记载的本发明,通过具备成本计算单元能够简便地得到基于建造时间序列信息计算出的与船舶的建造相关的成本。此外,通过具备部件供应计划单元能够简便地得到基于建造时间序列信息而生成的采购部件的采购计划。此外,通过具备生产计划单元能够将建造时间序列信息顺畅地与船舶的建造整体的生产计划的制定相关联。

[0067] 在与方案18记载对应的船舶的品质数据库的构建方法中,其特征在于,根据基于统一数据库的船舶的建造模拟方法中的过程模型或者建造时间序列信息执行建造过程,获取与建造过程相关的品质数据,将品质数据与产品模型、设施模型及过程模型中的至少一个相关联并以标准化的品质数据结构表现,从而作为产品模型的品质管理数据而储存在品质数据库中。

[0068] 根据方案18记载的本发明,通过将根据过程模型建造(制造)的船舶(制品)的品质数据与产品模型相关联而作为产品模型的品质管理数据进行储存,能够一体地管理船舶的产品模型与实际的制品的品质数据。由此,能够进行实际的制品与品质数据的对照,还能够进行关于品质的分析和解析,进而能够实现品质管理的提升、品质的改善及服务的提升等。此外,通过将根据过程模型制造的制品的品质数据与过程模型相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理过程模型与实际的工序信息(施工信息)及品质数据。由此,能够

进行关于制造的作业与品质数据的对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序品质的改善等。进而,能够以时间序列管理品质数据。此外,通过将根据过程模型制造的制品的品质数据与设施模型相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理设施模型与实际的制品的品质数据。由此,能够对工序中的设备和操作员与品质数据进行对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序的改善等。

[0069] 方案19记载的本发明的特征在于,获取船舶的下水后的下水后品质信息,与产品模型、设施模型及过程模型中的至少一个相关联而作为船舶的下水后的品质管理数据储存在品质数据库中。

[0070] 根据方案19记载的本发明,通过将试运转时、运航中或者入坞时等的、下水后的下水后品质信息作为船舶的下水后的品质管理数据储存在品质数据库中,不仅能够进行反映了下水后的损伤、改良工程等信息的关于品质的分析和解析以及制造品质的改善等,还能够进行设计品质、计划品质、使用品质等的改善。

[0071] 方案20记载的本发明的特征在于,标准化的品质数据结构是与产品模型、设施模型及过程模型中的至少一个的标准化的数据结构相关联而标准化的品质数据结构。

[0072] 根据方案20记载的本发明,通过与标准化的数据结构相关联,能够更容易地对品质管理数据进行处理。

[0073] 发明效果

[0074] 根据本发明的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0075] 此外,在基于关于设备与操作员的信息而预先生成设施模型、以标准化的数据结构表现设施模型并储存在统一数据库中的情况下,由于将设施模型作为标准化的数据结构而储存在统一数据库中,因此能够简便地进行标准化的数据结构的设施模型的获取、共同利用、设定、新的信息的储存等。

[0076] 此外,在基于船舶的基本设计信息而预先生成产品模型、以标准化的数据结构表现产品模型并储存在统一数据库中的情况下,例如能够在不访问设计系统的情况下简便地进行产品模型的获取。此外,产品模型例如是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此能够更简便地进行产品模型的获取和过程模型的生成,或者能够容易地进行储存。

[0077] 此外,在进一步执行过程模型储存步骤,将在过程模型生成步骤中生成的以标准化的数据结构表现的过程模型储存在统一数据库中的情况下,例如能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或者类似的船舶的模拟中的既往船过程数据而进行时间发展系统模拟。此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的储存和利用变得容易。

[0078] 此外,在过程模型包括作为组装流程而表示组装的依存关系的组装树与表示基于组装树的任务间的依存关系的任务树的情况下,能够明确组装的流程和与其相关的任务的依存关系,并精度良好地生成过程模型。

[0079] 此外,在任务包括将作为能够在时间发展系统模拟中执行的函数的基本任务进行

组合而构建的自定义任务的情况下,能够利用按作业的种类而将微小作业组合而得的自定义任务,提高时间发展系统模拟的精度。

[0080] 此外,在过程模型生成步骤中,基于组装流程与任务来生成操作员的调度信息及关于工厂内的设备与操作员的配置的工厂布置信息中的至少一方,在该情况下,能够基于调度信息,精密地再现包括主作业和附属作业在内的操作员的全部的生产行为而进行时间发展系统模拟。此外,能够基于反映了设备和操作员的配置的工厂布置信息进行时间发展系统模拟。

[0081] 此外,利用包含判断规则、即脑的规则信息,所述判断规则是为了供操作员推进虚拟作业或者供操作员决定在虚拟作业中使用的设备而对操作员赋予的判断规则,在该情况下,通过利用规则信息,时间发展系统模拟中的操作员容易准确地推进虚拟作业或者决定设备。此外,操作员能够利用脑对并非是重复作业而是需要非常频繁地在现场进行判断的作业进行判断,顺利地推进虚拟作业。

[0082] 此外,产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构具有包含至少按照多个数据的种类划分而成的类、类间的关系及类间的父子关系的数据结构,在该情况下,利用以类或类间的关系为轴的数据结构而使产品模型、设施模型及过程模型的获取和储存、利用等变得容易。

[0083] 此外,在信息提供步骤中,至少将建造时间序列信息作为标准化的数据结构而提供至统一数据库,在该情况下,能够考虑到与产品模型等的关系性将作为建造时间序列信息而提供的信息的种类和属性、还有格式等以作为建造时间序列信息的标准化的数据结构容易地储存在统一数据库中。此外,对于作为标准化的数据结构而储存的建造时间序列信息,例如能够从统一数据库中获取而在实际的船舶的建造时参照,或者作为之后的模拟时的信息利用或用于规则信息的机器学习等。

[0084] 此外,根据本发明的基于统一数据库的船舶的建造模拟程序,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0085] 此外,在使计算机进一步执行过程模型储存步骤的情况下,例如能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或者类似的船舶的模拟中的既往船过程数据而进行时间发展系统模拟。此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的储存和利用变得容易。

[0086] 此外,根据本发明的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0087] 此外,在还具备将过程模型储存在统一数据库中的过程模型储存单元的情况下,能够从统一数据库中获取所储存的过程模型,进行时间发展系统模拟。此外,例如通过储存以将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构生成的过程模型,过程模型的生成和储存、还有利用变得容易。

[0088] 此外,设施模型是根据多个工厂的设备的信息与操作员的信息生成的设施模型,

过程模型生成单元生成每个工厂的过程模型,建造模拟单元对产品模型进行每个工厂的时间发展系统模拟,在该情况下,例如对于多个工厂的设施模型根据一个产品模型来生成每个工厂的过程模型,进行使用了每个工厂的设施模型的时间发展系统模拟,因此能够对各工厂中的制造成本、工期进行比较,使对实际建造的工厂的选择变得容易,实现成本的进一步降低、工期的进一步缩短。

[0089] 此外,在从信息提供单元提供作为能够进行比较的建造时间序列信息的、建造模拟单元中的每个工厂的时间发展系统模拟的结果的情况下,用户能够迅速且准确地对各工厂中的工时预测结果、设施的技术问题、难点等进行比较,并能够比较制造成本和工期等。

[0090] 此外,具备以下单元中的至少一个单元:成本计算单元,基于建造时间序列信息,计算与船舶的建造相关的成本;部件供应计划单元,生成船舶的建造所需的采购部件的采购计划;及生产计划单元,制定与船舶的建造相关的生产计划,在该情况下,通过具备成本计算单元能够简便地得到基于建造时间序列信息计算出的与船舶的建造相关的成本。此外,通过具备部件供应计划单元能够简便地得到基于建造时间序列信息而生成的采购部件的采购计划。此外,通过具备生产计划单元能够将建造时间序列信息顺畅地与船舶的建造整体的生产计划的制定相关联。

[0091] 根据本发明的船舶的品质数据库的构建方法,通过将根据过程模型建造(制造)的船舶(制品)的品质数据与产品模型相关联而作为产品模型的品质管理数据进行储存,能够一体地管理船舶的产品模型与实际的制品的品质数据。由此,能够进行实际的制品与品质数据的对照,还能够进行关于品质的分析和解析,进而能够实现品质管理的提升、品质的改善及服务的提升等。此外,通过将根据过程模型制造的制品的品质数据与过程模型相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理过程模型与实际的工序信息(施工信息)及品质数据。由此,能够进行关于制造的作业与品质数据的对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序品质的改善等。进而,能够以时间序列管理品质数据。此外,通过将根据过程模型制造的制品的品质数据与设施模型相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理设施模型与实际的制品的品质数据。由此,能够对工序中的设备和操作员与品质数据进行对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序的改善等。

[0092] 此外,获取船舶的下水后的下水后品质信息,与产品模型、设施模型及过程模型中的至少一个相关联而作为船舶的下水后的品质管理数据储存在品质数据库中,在该情况下,通过将试运转时、运航中或者入坞时等的、下水后的下水后品质信息作为船舶的下水后的品质管理数据储存在品质数据库中,不仅能够进行反映了下水后的损伤、改良工程等信息的关于品质的分析和解析以及制造品质的改善等,还能够进行设计品质、计划品质、使用品质等的改善。

[0093] 此外,标准化的品质数据结构是与产品模型、设施模型及过程模型中的至少一个的标准化的数据结构相关联而标准化的品质数据结构,在该情况下,通过与标准化的数据结构相关联,能够更容易地对品质管理数据进行处理。

## 附图说明

[0094] 图1是本发明的第一实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的流程。

[0095] 图2是通过功能实现单元表示其用于建造模拟方法的船舶的建造模拟系统的方框

图。

- [0096] 图3是其整体概要图。
- [0097] 图4是示出其产品模型的例子的图。
- [0098] 图5是示出其5片板模型的结合关系的图。
- [0099] 图6是示出其第一板P1的3维模型的图。
- [0100] 图7是示出其3片板模型的产品模型的例子的图。
- [0101] 图8是示出其设施的3维模型的例子的图。
- [0102] 图9是示出其设施模型的例子的图。
- [0103] 图10是其过程模型的概念图。
- [0104] 图11是其过程模型生成步骤的详细流程。
- [0105] 图12是示出其5片板模型的组装树的例子的图。
- [0106] 图13是示出其3片板模型的组装树的例子的图。
- [0107] 图14是示出将其全部任务的关系作为树表现出的例子的图。
- [0108] 图15是示出其3片板模型的任务树的例子的图。
- [0109] 图16是示出其3片板模型的任务树的数据的例子的图。
- [0110] 图17是示出其3片板模型中的向操作员分配任务与任务的顺序的例子的图。
- [0111] 图18是示出其实际配置于模拟空间的例子的图。
- [0112] 图19是示出其3片板模型中的工厂布置(layout)信息的例子的图。
- [0113] 图20是其模拟步骤的详细流程。
- [0114] 图21是示出其利用了脑(BRAIN)的模拟的状况的图。
- [0115] 图22是示出其模拟步骤的伪代码的图。
- [0116] 图23是示出其作为基本任务的例子的移动任务(move)的图。
- [0117] 图24是示出其作为基本任务的例子的焊接任务(weld)的图。
- [0118] 图25是示出其作为基本任务的例子的起重机移动任务(CraneMove)的图。
- [0119] 图26是示出其配材任务“去拿取”的例子的图。
- [0120] 图27是示出其配材任务“进行配置”的例子的图。
- [0121] 图28是示出其以基本任务的组合来表现主焊接任务的例子的图。
- [0122] 图29是示出其构成由具有2个入口的壁包围的区域中能够进行移动的网格的例子的图。
- [0123] 图30是示出其形状数据的例子的图。
- [0124] 图31是示出其焊接线数据的例子的图。
- [0125] 图32是示出其背烤线数据的例子的图。
- [0126] 图33是示出其产品模型数据的例子的图。
- [0127] 图34是示出其多段线数据(PolylineData)的例子的图。
- [0128] 图35是示出其组装树数据的例子的图。
- [0129] 图36是示出其任务树数据的例子的图。
- [0130] 图37是其输出处理的详细流程。
- [0131] 图38是本发明的第二实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的流程。
- [0132] 图39是通过功能实现单元表示其基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框

图。

[0133] 图40是通过功能实现单元表示本发明的第三实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0134] 图41是通过功能实现单元表示本发明的第四实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0135] 图42是通过功能实现单元表示本发明的第五实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0136] 图43是通过功能实现单元表示本发明的第六实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0137] 图44是示出本发明的实施方式的产品模型的标准化的数据结构的事例的图。

[0138] 图45是示出其设施模型的标准化的数据结构的事例的图。

[0139] 图46-1是示出其产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构的事例中的、产品模型的图。

[0140] 图46-2是示出其产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构的事例中的、设施模型的图。

[0141] 图46-3是示出其产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构的事例中的、过程模型的图。

[0142] 图47是本发明的第七实施方式的船舶的品质数据库的构建方法所使用的系统的方框图。

[0143] 图48是其船舶的品质数据库的构建方法的流程图。

[0144] 图49是其品质管理数据的数据结构的概念图。

[0145] 图50是示出其品质管理项目与品质管理数据的事例的图。

[0146] 图51是示出其统一数据库的构成的图。

[0147] 图52是示出其产品模型与品质数据的类(class)图。

[0148] 图53是其第八实施方式的船舶的品质数据库的构建方法所使用的系统的方框图。

[0149] 图54是其船舶的品质数据库的构建方法的流程图。

[0150] 图55是其船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库的利用方法的说明图。

[0151] 图56是其船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库的其他利用方法的说明图。

[0152] 图57是示出其船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库与各应用程序的整体构成的图。

[0153] 图58是示出其由焊接品质管理应用程序利用品质管理数据的图。

[0154] 图59是示出其由涂装品质管理应用程序利用品质管理数据的图。

[0155] 图60是本发明的实施例的案例1的组装情景中的模拟的计算结果的甘特图表。

[0156] 图61是其案例2的组装情景中的模拟的计算结果的甘特图表。

[0157] 图62是其案例2中的模拟的3维外观图。

## 具体实施方式

[0158] 对本发明的第一实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程

序及建造模拟系统进行说明。

[0159] 图1是本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的流程,图2是通过功能实现单元表示用于建造模拟方法的船舶的建造模拟系统的方框图,图3是整体概要图。

[0160] 基于统一数据库的船舶的建造模拟方法是一种基于储存在统一数据库10中的以标准化的数据结构表现的信息对船舶的建造进行模拟的方法。在该方法中,以在建造模拟内表现出操作员的详细动作、即要素作业的动作作为目的,整理用于构建虚拟的造船工厂所需的信息。造船工厂由产品(包括船舶在内的制品)模型、设施(包括器具在内的设备与操作员)模型及过程(作业与工序)模型这3个模型构建。这3个模型是为了将造船工厂模型化而需要的核心数据。此外,在实施模拟时,将调度信息41与工厂布置信息42一并定义为对这些信息进行补充的2个附属信息。

[0161] 另外,产品模型是将实际的制品抽象化、设施模型12是将实际的设备和操作员抽象化而使其能够通过模拟进行处理的体系化的数据组,也可以说是虚拟的制品、设备和操作员。此外,过程模型也可以说是根据产品模型与设施模型12推导出的虚拟的作业的体系。

[0162] 用于建造模拟方法的建造模拟系统具备:统一数据库10,以标准化的数据结构储存与船舶的建造相关的信息;产品模型设定单元20;设施模型设定单元30;建造模拟器40,具有过程模型生成单元40A及建造模拟单元40B;时间序列信息化单元50;信息提供单元60;过程模型储存单元70;验证单元80;模型修正单元90。

[0163] 在统一数据库10中,储存有基本设计信息11、具有设备信息12A及操作员信息12B的设施模型12、既往船的过程数据13、规则信息14与品质数据17。这样,通过在统一数据库10中储存各种信息,与针对每个信息的种类设置不同的数据库的情况相比,信息的储存和获取变得容易,能够进行信息的共同利用,且能够使数据库的管理一体化。另外,统一数据库10既可以是物理方式汇总而得的数据库,也可以是经由通信线路而联合的分散型的数据库。

[0164] 无论是汇总而得的数据库还是分散型的数据库,重点在于基本上储存的各种信息具有各自的标准化的数据结构、或者能够变换为具备标准化的数据结构,各种信息具有各自的标准化的数据结构、或者能够变换为标准化的数据结构也称为“统一”。

[0165] 设施模型12基于关于工厂的设备与操作员的信息(设备信息12A以及操作员信息12B)而预先生成,以标准化的数据结构表现并储存在统一数据库10中。设施模型12的“标准化的数据结构”是指,将关于设备与操作员的信息的种类和属性预先定义为类,并将类彼此的父子关系等关系性定义为信息的树。另外,工厂的设备中还包括器具。

[0166] 在图1所示的产品模型设定步骤S1中,使用产品模型设定单元20,从统一数据库10获取船舶的基本设计信息11并设定为以标准化的数据结构表现的产品模型。

[0167] 基本设计信息11中包含船舶的完成部件与构成完成部件的构成部件的结合关系。例如,在产品(制品)是船壳的情况下,完成部件是构成船壳的分块(分区),构成部件是构成分块的板材。结合关系由节点(Node,部件的实体信息)与连线(Edge,部件的结合信息)表现。另外,也可以将船舶整体设定为船舶的完成部件,将构成部件定位于船体、船壳、压载水舱、燃料舱、主机、辅机、管线、布线等构成船舶的部件。

[0168] 基本设计信息11储存在统一数据库10中。由此,例如能够在不访问设计系统的情况下简便地进行基本设计信息11的获取。

[0169] 此外,基本设计信息11也能够从CAD系统获取。通过从CAD系统中获取基本设计信息11,能够将在CAD系统中生成的基本设计信息11有效地用于产品模型的设定等。另外,基本设计信息11中还能够包括例如包含变换船壳的设计CAD数据后的以节点与连线表现的结合关系的信息。对于包含该结合关系的信息,可以通过CAD系统预先变换而得,也可以在获取基本设计信息11后通过产品模型设定单元20进行变换而得。此外,在从CAD系统获取的基本设计信息11由各CAD系统中的特有的数据结构保持的情况下,在产品模型设定单元20中,将CAD数据变换为能够在模拟中利用的数据结构。此外,从CAD系统获取基本设计信息11除了能够经由通信线路获取以外,还能够利用使用近距离无线通信或存储单元进行获取等各种方式进行。

[0170] 在产品模型中,定义构成产品的部件自身的属性信息以及部件间的结合信息作为与组装对象的产品相关的信息。产品模型中不包含与产品的组装相关的作业(组装流程、过程)的信息。

[0171] 可认为产品由作为构成部件的、具有实体的部件彼此分别结合而得。因此,使用基于图论以节点与连线表现的图表结构来定义产品模型。将节点彼此的结合即连线设为无方向性,从而制成无向图。

[0172] 图4是示出产品模型的例子的图,图5是示出5片板模型的结合关系的图。另外,为了便于说明,图5的5片板模型示出了简化后的产品模型,但作为产品模型的对象,能够包含复杂的船壳的分块、船体结构甚至船舶整体。

[0173] 在此,将图4的(a)所示那样的双层底分块设为如图4的(b)所示那样以简化的5片板模型为对象。严格来说是不同的,但将第一板P1当作内底(innerbottom)、第三板P3当作船底壳(bottomshell)、第二板P2与第四板P4当作桁材(girder)、第五板P5当作纵骨(longitudinal)而进行简化。虽然没有补板(collarplate)、肋板(floor),纵骨根数也较少等而与实际的完成部件不同,但提取了充分且本质的要素。

[0174] 该完成部件以图5所示的结合关系来定义。各板P1~P5相当于构成部件实体的节点,作为它们的结合关系的line1~line5相当于连线。在此,为了简化而使用了5片板模型,但在由大量的构成部件构成的实际的完成部件中,也能够通过构成部件实体与它们的结合关系来定义完成部件整体,因此能够使用同样的图表表现来定义产品模型。

[0175] 图6是示出第一板P1的3维模型的图。

[0176] 产品的构成部件的形状能够通过输入3DCAD模型来定义。如图6所示,对于3维模型的坐标系,定义包围其构件整体的四边形(Bounding-box:边界框),在该四边形的8个顶点中,以使x、y、z坐标值为最小的顶点成为原点位置的方式配置3维模型。此外,在执行模拟的过程中,能够随时参照在3维模型中定义的基准点的位置(局部坐标系或者全局坐标系中的坐标)、姿势信息(以初始姿势为基准的欧拉角与四元数)。

[0177] 对于示出构成部件彼此的接合信息的连线,需要示出该构成部件彼此的接合信息。在本实施方式中,为了简化而提供完成部件的完成状态的坐标系中的各个构成部件的位置与姿势的信息。具体而言,对各构成部件任意地提供作为基准点的3点,以该3点在完成状态的坐标系中位于何处这样的坐标数据来保持信息。通过使用该信息,能够计算任意的构成部件间的位置关系。

[0178] 通过3维信息保持焊接线信息。例如,1根焊接线由焊接线路径(多段线)与焊接炬

的方向向量(法向量)构成。这些信息是在完成部件的完成状态的坐标系中定义的数据,在实际通过模拟来实施焊接任务(自定义任务33)时,基于该时机的构成部件的位置与姿势,对焊接线数据进行坐标变换。除了焊接线路径之外,还定义焊炬的方向,由此能够定义焊接中的操作员的位置。进而,由于能够识别焊接中的焊炬的朝向,因此能够判定焊接姿势。

[0179] 如此一来,在产品模型中包含构成部件彼此的连结关系、连结部中的接合数据及完成部件中的构成部件的位置与角度等信息。另外,根据CAD系统的性能的不同,有时在从CAD系统获取的基本设计信息11中不包含一部分生成产品模型所需的数据。例如,只有少数能够处理背烤线数据的CAD系统。在这种情况下,在产品模型设定步骤S1中,进行未包含在基本设计信息11中的产品模型的生成所需的数据的生成。

[0180] 对以上说明的数据进行总结而将产品模型整理为下表1及下表2所示的节点与连线的信息。

[0181] [表1]

属性名	说明
节点名	自身的节点的名称(构成部件名)
完成部件名	完成部件的名称
坐标变换信息	定义完成状态中的自身的位置与姿势的3点信息
构成部件的属性信息	重量等构成部件的属性信息
连线	与自身连接的连线
3维对象	配置在模拟空间的3维对象

[0183] [表2]

属性名	说明
连线名	自身的连线的名称
节点1	与自身连接的节点1
节点2	与自身连接的节点2
连线属性信息	焊接线数据等属性信息

[0185] 此外,图7是示出3片板模型的产品模型的例子的图。

[0186] 在图7中,示出有作为记录了构成部件(第一板P1、第二板P2、第三板P3)间的接合关系的数据库的产品模型。“name”是名称,“parent”是父产品,“type”是类别。另外,省略各板P1~P3的3点基准坐标( $v_0(0,0,0)$ ,  $v_x(1,0,0)$ ,  $v_z(0,0,1)$ )。此外,在数据中原本记载对象ID,但为了说明而记载为“name”。

[0187] 如上所述,产品模型中不包含与组装相关的作业(过程)的信息。

[0188] 返回图1,在设施模型设定步骤S2中,使用设施模型设定单元30,设定以标准化的数据结构表现的设施模型12。

[0189] 在设施模型设定步骤S2中,也能够从统一数据库10中获取关于建造船舶的工厂的设备与操作员的信息从而设定为以标准化的数据结构表现的设施模型12,但在本实施方式

中,由于如上所述地预先生成的设施模型12被储存在统一数据库10中,因此从统一数据库10直接获取而设定以标准化的数据结构表现的设施模型12。通过将设施模型12作为标准化的数据结构储存在统一数据库10中,能够简便地进行标准化的数据结构的设施模型12的获取、共同利用、设定、新的信息的储存等。

[0190] 在设施模型12中,作为关于工厂的设施的信息,除了定义设施的单独的名称(例如,焊接机No.1)、类别(例如,焊接机)以外,还定义各个设施所具有的能力值。对于能力值,定义该设施所具有的功能的最大值(范围)。例如,作为起重机所具有的能力值之一,可例举吊起载荷值或速度等,其能力值范围为最大吊起载荷值或最大速度。

[0191] 此外,不仅产品可能会成为操作员的移动路径上的障碍物,设施也可能会成为操作员的移动路径上的障碍物,因此使用3维模型来定义形状。由此,在模拟器内,还能够判断对象彼此的3维干扰。在此,图8是示出设施的3维模型的例子的图,图8的(a)是操作员,图8的(b)是焊接机,图8的(c)是起重机,图8的(d)是地板,图8的(e)是平台。

[0192] 在下表3中示出设施模型12所保持的具体的属性信息。

[0193] [表3]

属性名	说明
名称	设施的名称
类别	设施的类别
固有的能力值	设施固有的能力值范围
3维对象	配置在模拟空间的3维对象

[0195] 此外,图9是示出设施模型的例子的图。

[0196] 在图9中示出了作为记录了工厂的设施的数据库的设施模型。“name”是名称,“type”是类别,“model\_fwile\_path”是形状(3维模型数据),“ability”是能力(定义设施的能力值范围)。

[0197] 像这样通过3维模型来表现产品模型中的完成部件与构成部件及设施模型12中的工厂的设备。通过利用3维模型,能够提高模拟的精度。

[0198] 返回图1,在过程模型生成步骤S3中,使用过程模型生成单元40A,基于产品模型与设施模型12,将用于从构成部件建造船舶的组装流程与任务明确化,生成以标准化的数据结构表现的过程模型。在此,首先设定产品模型与设施模型12,之后生成过程模型这一点至关重要。通过按照该顺序推进,能够准确地、无退回地生成过程模型,且使得其后的处理无停滞。

[0199] 图10是过程模型的概念图。

[0200] 过程模型是定义了与一系列的组装工序相关的作业信息的数据。过程模型包括:组装树,作为用于从构成部件建造船舶的组装流程而表示组装的依存关系;任务树,表示基于组装树的任务间的依存关系。由此,能够明确组装的流程和与其相关的任务的关系,并精度良好地生成过程模型。在此,任务是指包括自定义任务33在内的一单位的作业。

[0201] 图11是过程模型生成步骤的详细流程。

[0202] 首先,将在产品模型设定步骤S1中设定的产品模型与在设施模型设定步骤S2中生成的设施模型12读取至建造模拟单元40B(过程模型生成信息读取步骤S3-1)。

[0203] 接着,在生成过程模型时,从统一数据库10参照过去建造的既往船的过程数据13,

选择是否沿用(沿用判断步骤S3-2)。

[0204] 在沿用判断步骤S3-2中选择了不沿用的情况下,不参照既往船的过程数据13而将包含构成部件的中间部件的组装流程定义为组装树(组装树定义步骤S3-3),定义组装流程的各阶段中的适当的任务(任务定义步骤S3-4),将作为任务的依存关系的前后关系定义为任务树(任务树定义步骤S3-5)。

[0205] 另一方面,在沿用判断步骤S3-2中选择了沿用的情况下,从统一数据库10中提取类似的过程数据(既往船过程数据提取步骤S3-6),在组装树定义步骤S3-3、任务定义步骤S3-4及任务树定义步骤S3-5中,参照提取出的既往船的过程数据13而沿用。通过沿用既往船的过程数据13,在基于基本设计信息11变更了产品模型或设施模型12的情况下,能够以比从头生成过程模型更少的劳力快速而精度良好地生成过程模型。另外,在过程数据13中包含过程模型,过程数据13也能够以标准化的数据结构表现而储存在统一数据库10中。

[0206] 在此,图12是示出5片板模型的组装树的例子的图。

[0207] 在组装树定义步骤S3-3中,在组装树中定义中间部件的信息(名称、部件的姿势)及组装的前后关系的信息。由于部件的组装顺序存在前后关系,所以通过有向图表现组装树。

[0208] 中间部件是指几个构件结合的状态的构成部件,通过将中间部件与构件、或者将中间部件彼此组装而制成完成部件。在图12中,示出了将第一板P1、第二板P2与第四板P4组合而构成第一中间部件U1、将第三板P3与第五板P5组合而构成第二中间部件U2、将第一中间部件U1与第二中间部件U2组合而构成完成部件SUB1的状态。另外,在组装第一中间部件U1时以第一板P1为基体,在组装第二中间部件U2时以第三板P3为基体,在组装完成部件SUB1时以第二中间部件U2为基体。

[0209] 在下表4中示出定义组装树所需的属性信息。将这些信息在所有的中间部件及完成部件中进行定义。

[0210] [表4]

[0211]

属性名	说明
部件名	自身的部件的名称
坐标变换信息	定义自身的完成状态中的位置与姿势的信息
基体部件的名称	自身的子制品组中的成为基体的部件的名称
父部件	成为自身的父部件的部件
子部件组	成为自身的子部件的部件组
子部件组的位置与姿势数据	定义自身的坐标系中的子部件的位置与姿势的信息

[0212] 此外,图13是示出3片板模型的组装树的例子的图。“name”是名称,“product1(base)”是进行接合的对象部件中作为基体的部件,“product2”是进行接合的对象部件,“中间部件中的构成部件的坐标变换信息”是中间部件的定义。另外,省略了中间部件和完

成部件的3点基准坐标 ( $v_0(0,0,0)$ ,  $v_x(1,0,0)$ ,  $v_z(0,0,1)$ )。此外,在数据中原本记载对象ID,但为了说明而记载为“name”。

[0213] 在图13的3片板模型中,第一板P1与第二板P2组合而构成中间部件,在该中间部件上组合第三板P3而构成完成部件。另外,在组装中间部件时以第一板P1为基体,在组装完成部件时以第三板P3为基体。

[0214] 在任务树定义步骤S3-5中,在任务树中定义任务所需的信息与任务彼此的前后关系的信息。例如,在任务定义步骤S3-4中,定义下表5所示的3种任务。

[0215] [表5]

任务名	说明
配材	使用指定的设施将对象部件搬运至指定场所
[0216] 预焊接	使用指定的设施(焊接机、起重机)按照指定的焊接线信息将对象部件彼此焊接
主焊接	使用指定的设施(焊接机)按照指定的焊接线信息将指定的部件彼此焊接

[0217] 在此,图14是示出将全部任务的关系作为树表现出的例子的图。

[0218] 图14是设想如下情景的图:对于5片板模型,将P1~P5的各板(钢板)配材于规定的位置,进行预焊接及主焊接,由此组装完成部件。

[0219] 由于任务具有前后关系,因此在任务树定义步骤S3-5中,任务的树通过有向图表现。例如,任务[预焊接0]表示若[配材0]、[配材1]、[配材2]的所有任务没有全部完成则无法开始。

[0220] 此外,在下表6中示出任务树具有的具体的属性信息。例如,在任务[配材0]中,定义如下信息:使用设施[起重机1]搬运对象[第二板P2],使其以欧拉角(0,0,0)的姿势配置在对象[平台2]上的位置(8m,0m,2m)。在配材任务中不定义起点的坐标,从在实施模拟时该任务的执行时间点的坐标开始。此外,也同样地对任务[主焊接0]定义如下信息:以连线[line1](第一板P1与第二板P2的结合部)为对象,使用设施[焊接机2]以0.2m/s的速度进行主焊接。其中,根据任务的前后关系,若任务[预焊接0]未完成则无法开始该任务。焊接路径的信息参照产品模型的与该连线相关联的信息。

[0221] [表6]

属性名	说明
名称	任务的名称
类别	任务的种类
对象组	在任务中作为对象的对象组
设施组	在任务中利用的设施组
先行任务组	在任务开始之前需提前结束的任务组
任务信息	执行任务所需的固有信息

[0222] 此外,图15是示出3片板模型的任务树的例子图,右侧的表是表现左侧的图表的表。此外,图16是示出3片板模型的任务树的数据的例子图。图16的“name”是名称,“tasktype”是类别,“product”是关联的部件,“facility”是关联的设施,“conditions”是任务树信息,“taskdata”是任务信息(该任务所需的固有数据)。另外,在数据中原本记载对象ID,但为了说明而记载为“name”。

[0224] 在该例子中,如图15所示,设想如下情景:对于3片板模型,将P1~P3的各板(钢板)配材于规定的位置,进行预焊接及主焊接,由此组装完成部件。

[0225] 此外,如图11所示,在过程模型生成步骤S3中,使用过程模型生成单元40A,基于组装流程与任务生成操作员的调度信息41(调度信息生成步骤S3-8)。如图11所示,首先决定组装流程,进而决定任务至关重要,由此,能够准确地、无退回地生成过程模型,且使得其后的处理无停滞。即,先生成组装树,其后生成任务树。

[0226] 调度信息41是对成为各行动主体的操作员以还包括顺序的方式分配任务的信息。由此,能够基于调度信息41,精密地再现包括主作业和附属作业在内的操作员的全部的生产行为而进行模拟。此外,调度信息41从信息提供单元60所具备的监视器、打印机等向用户提供。由此,用户能够直接或者间接地根据需要确认所生成的调度信息41。另外,调度信息41也能够仅在有用户的要求时提供。

[0227] 虽然在过程模型中定义了与组装树和任务树相关的信息,但在调度信息41中,对于由任务树定义的任务,定义负责操作者的分配与任务的具体的执行顺序。

[0228] 在下表7中示出调度信息41的生成例。在该例子中,将操作员1设想为铁工职务的操作者,被分配配材任务与预焊接任务。操作员1从任务[配材0]开始,依次实施至任务[预焊接4]。另一方面,将操作员2设想为焊接职务的操作者,按顺序被分配主焊接任务。操作员2从任务[主焊接0]开始,依次实施至任务[主焊接3]。

[0229] [表7]

负责人	负责任务与执行顺序
操作员1	配材0,配材3,配材2,配材1,配材4,预焊接1,预焊接2,配材5,配材6,预焊接3,预焊接4
操作员2	主焊接0,主焊接1,主焊接2,主焊接4,主焊接3

[0231] 此外,图17是示出图15、16所示的3片板模型中的向操作员分配任务与任务的顺序的例子图,图17的(a)示出向操作员1分配任务与任务顺序,图17的(b)示出向操作员2分配任务与任务顺序,图17的(c)是数据形式的调度信息。另外,在数据中原本记载对象ID,但为了说明而记载为“name”。

[0232] 此外,如图11所示,在本实施方式中,在调度信息生成步骤S3-8之前,基于设施模型12,判断任务是否超出设施的能力值范围(能力值范围判断步骤S3-7)。

[0233] 在能力值范围判断步骤S3-7中判断为任务未超出设施的能力值范围的情况下,进入调度信息生成步骤S3-8而生成调度信息41。如此,通过在判断为任务未超出设施的能力值范围的情况下生成调度信息41,能够防止生成进行超出了设施或任务的能力值的模拟的调度信息41。此外,生成的过程模型从信息提供单元60提供至用户。

[0234] 另一方面,在能力值范围判断步骤S3-7中,在判断为任务超出设施的能力值范围的情况下,返回到组装树定义步骤S3-3、任务定义步骤S3-4及任务树定义步骤S3-5,重新定义中间部件的定义、组装树的定义、任务的定义及任务树的定义。通过重新定义各定义,能够生成精度更高的过程模型。

[0235] 在调度信息生成步骤S3-8之后,基于组装流程与任务,生成关于实际所使用的工厂内的设备与操作员的配置的工厂布置信息42(工厂布置信息生成步骤S3-9)。由此,能够基于反映了设备与操作员的配置的工厂布置信息42进行模拟。此外,工厂布置信息42从信息提供单元60所具备的监视器、打印机等提供至用户。由此,用户能够直接或者间接地根据需要确认所生成的工厂布置信息42。另外,工厂布置信息42也能够仅在有用户的要求时提供。

[0236] 在至此定义的产品模型及设施模型12中,没有定义工厂中的配置信息。因此,在工厂布置信息42中,定义各对象的初始配置。在下表8示出所需的属性信息。此外,图18是示出实际上配置于模拟空间的例子图。

[0237] [表8]

属性名	说明
对象名	配置在模拟空间的产品名 或者设施名
基准对象名	作为配置的基准的对象
坐标信息	相对于基准对象配置的位置 (x, y, z)
姿势信息	相对于基准对象配置的姿势 (欧拉角, $\varphi$ , $\theta$ , $\psi$ )

[0238] 此外,图19是示出3片板模型中的工厂布置信息的例子图。另外,在数据中原本记载对象ID,但为了说明而记载为“名称”。

[0240] 从产品模型、设施模型12的数据库中,通过layout.csv定义实际上用于模拟的部件、设施的配置信息。

[0241] 返回图1,在过程模型生成步骤S3之后,使用过程模型储存单元70,将生成的以标准化的数据结构表现的过程模型储存至统一数据库10中(过程模型储存步骤S4)。通过执行过程模型储存步骤S4,例如能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或类似的船舶的模

拟中的既往船的过程数据13而进行时间发展系统模拟。

[0242] 此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的生成和储存、还有利用变得容易。过程模型的“标准化的数据结构”是指,将关于过程的信息、例如作为要素作业的任务(在属性信息中具有开始时间和结束时间等的任务)等的信息的种类或属性预先定义为类,并将类彼此的父子关系等关系性定义为信息的树。

[0243] 另外,也能够将储存在统一数据库10中的标准化的数据结构的品质数据17用于过程模型的生成。例如,在定义和生成组装树、任务树或者生成调度信息41、工厂布置信息42时,能够考虑作为品质数据17的品质基准、过去的品质状况而进行生成。进而,能够考虑既往船的设计条件、制造条件与检查结果、作为下水试验或下水后的品质而储存的品质状况来生成过程模型等。例如,能够考虑焊接时的作业标准、组装部件与焊接缺陷的发生容易程度的关系、需修补的过去的事例、非破坏检查时的不良情况与事先对策方法、或者下水后的劣化或不良情况的发生与对策方法等而生成过程模型、调度信息41、还有工厂布置信息42。

[0244] 此外,在过程模型生成步骤S3之后,使用建造模拟单元40B,基于所生成的过程模型,进行依次计算各时间的建造的进展状况的时间发展系统模拟(3维空间上的时间发展)(模拟步骤S5)。

[0245] 在时间发展系统模拟中,以过程模型为基础,使3维平台上的各设施与产品的位置、占有状况、自定义任务33的进度状况发生变化,由此模拟造船中的建造。另外,也能够赋予随机数而特意使中间部件的精度变差,进行模拟直至其对下游工序带来影响。此外,对于自定义任务33与任务树的关系,以树结构表示自定义任务33的前后关系,相连接而得到任务树。

[0246] 在本实施方式中,利用作为游戏引擎的Unity(注册商标)来构建3维平台。

[0247] 若将表示时刻 $t$ 的各设施与产品的位置、角度及占有的变量 $x_f$ 、 $x_p$ 、以及表示过程模型中的自定义任务33的未完成或完成的状态的 $s_t$ 这3个量作为自变量,则由建造模拟单元40B按照定义的调度所记载的自定义任务33的顺序,以预先设定的规则使与任务相关的各自变量发生变化,由此能够表示向下一时刻 $t+1$ 的 $x_f$ 、 $x_p$ 、 $s_t$ 的变化。由此,输出各自变量的时间历程。

[0248] 图20是时间发展系统模拟的详细流程。

[0249] 首先,基于在产品模型设定步骤S1中设定的产品模型、在设施模型设定步骤S2中设定的设施模型12、在过程模型生成步骤S3中生成的过程模型、调度信息41、以及工厂布置信息42、从统一数据库10获取的用于供操作员自主地推进虚拟作业的规则信息14,在3维平台上配置对象(模拟执行信息读取步骤S5-1)。另外,还能够在规则信息14中包含用于供操作员决定在虚拟作业中使用的设备的信息。

[0250] 在此,规则信息14是指由建造模拟单元40B进行的自主判断所需的限制和选项。例如,在焊接任务(自定义任务33)中,仅提前将能够使用的焊接机的种类指定为规则信息14,在模拟的中途,由建造模拟单元40B自主地判断使用哪个焊接机。

[0251] 即,记述了虚拟的操作员在模拟内如何进行判断的信息成为规则信息14。通过利用规则信息14,模拟中的操作员容易准确地推进虚拟作业,并且容易选择设备。此外,虽然也能够将规则信息14预先储存至不同于统一数据库10的数据库中,但通过如本实施方式那

样将规则信息14储存在统一数据库10中,能够在其他的模拟中也共通利用。提前将规则信息14如目录那样预先生成并储存至统一数据库10中。另外,也能够通过强化学习、多智能体(Multi-Agent)等自主学习而生成并获取规则信息14。作为通过强化学习等自主地生成规则信息14的方法,使用由智能体在建造模拟单元40B内自由行动并学习高效的规则而生成规则信息14的方法。规则信息14的一例如下。

[0252] 规则1A:获取空闲的就近器具。

[0253] 规则1B:获取在后续工序中也空闲的就近器具。

[0254] 规则2:在使用起重机的情况下,选择不会因起重机彼此的干扰而妨碍其他工序的起重机。

[0255] 规则3:使用后,将磁式的钓具放置在台车上。

[0256] 规则4:对于作业场所相同的之后的工序,统一拿取器具。

[0257] 这些规则是在进行时间发展系统模拟之前预先分配给操作员的规则,例如如下。

[0258] 操作员1:规则1A

[0259] 操作员2:规则1B、规则2、规则3、规则4

[0260] 将操作员1设想为新人,将操作员2设想为熟练者。由于新人的操作员1只会考虑自己的事情而动作,因此有时也会妨碍其他工序。

[0261] 利用规则信息14,可在时间发展系统模拟的实施中,自动构建未输入的任务信息或调度信息41。在本实施方式中,作为规则信息14,包含对操作员赋予的判断规则即脑。

[0262] 脑与自定义任务33以1对1的方式对应,在执行时间发展系统模拟之前事先构建。在时间发展系统模拟中,通过使脑依次动作,再现操作员在时间发展中根据状况进行判断的情形。因此,操作员能够利用脑对特别是像造船工序那样的并非是重复作业而是需要非常频繁地在现场进行判断的作业进行判断,从而顺利地推进虚拟作业。

[0263] 作为规则信息14之一的脑所判断的内容大致分为以下四种。

[0264] 1.对某一个自定义任务33确定所需的自变量。

[0265] 2.从属于某一个种类(任务类型)的多个自定义任务33中选择一个自定义任务33。

[0266] 3.从多个种类的自定义任务33中选择一个种类。

[0267] 4.基于规则选择在实施自定义任务33中发生冲突的情况下的应对。

[0268] 在基于脑的判断方法中,首先生成作为自变量的组合的候选组,分别对该候选组提取评价参数,实施基于规定的评价规则的评价值的计算,最终选择评价值最高的候选组。

[0269] 若以配材任务为例,则评价参数的提取、规定的规则、基于评价值的选择分别例如为如下所示那样。

[0270] [评价参数的提取]

[0271] 在时间发展系统模拟中依次获取与判断相关的评价参数组。

[0272] • p1:从操作员的当前位置到产品为止的距离

[0273] • p2:从产品到起重机为止的距离

[0274] • p3:从产品到目的地为止的距离(自动计算目的地)

[0275] • p4:是否是基体板(0or1)

[0276] • p5:是否能够无干扰地行动(0or1)

[0277] [评价值规则]

[0278]  $v = (p4 - 0.2 * (p1 + p2 + p3)) * p5$

[0279] [选择]

[0280] 选择得到在大于0的评价值中最大的评价值的任务。

[0281] 任务1:v1

[0282] 任务2:v2

[0283] 任务3:v3

[0284] ...

[0285] 脑的评价值规则通过手动或机器学习来构建。

[0286] 在手动构建的情况下,通过视频分析的结果、对操作员的意见听取等来推定并构建规则。

[0287] 在通过机器学习而构建的情况下,存在两个构建方法。第一个构建方法为,通过使用了照相机、位置传感器等的监视而获取关于造船工厂中的操作员、器具及产品的动作的数据,根据所获取的大量的数据,对操作员与产品的距离、操作员与器具的距离等参数X、以及操作员的任务选择结果(判断历史记录)Y进行整理,将整理后的数据作为训练数据,构建为根据参数X预测任务选择结果Y的神经网络等机器学习模型。此外,第二个构建方法为,例如设定时间越短越好等目标并应用将该目标作为报酬的强化学习,自动构建最合适的战略。

[0288] 下表9中示出每个任务类型的脑的例子。表中的“AtBrain”为配材At的脑,“FtBrain”为定位焊At的脑,“WtBrain”为主焊接Wt的脑,“DtBrain”为背烤Dt的脑。

[0289] [表9]

[0290]

脑	自动决定事项 ※ 自变量全部共通且能够着手的全部任务的列表
AtBrain	(任务的选择) : AtPick与AtPlace的列表 (与决定对象同义) (自变量的决定) : 利用设施名 (起重机), 配材目的地的基准对象, 坐标值, 欧拉角
FtBrain	(任务的选择) : 某一个Ft (与决定对象同义) (自变量的决定) : 利用设施名 (焊接机, 电源)
WtBrain	(任务的选择) : 某一个Wt (与决定对象同义) (自变量的决定) : 利用设施名 (焊接机, 电源)
DtBrain	(任务的选择) : 某一个Dt (与决定对象同义) (自变量的决定) : 利用设施名 (燃烧器, 气体口)

[0291] 针对自定义任务33,在下表10中示出在模拟中自动决定的自变量、和事先在任务树中预先构建的自变量。标有下划线的自变量是自动决定的自变量,未标有下划线的自变量是事先预先构建的自变量。

[0292] [表10]

任务类型	函数名	自变量
		(共通) : 任务名, 任务类型, 函数名, 对象, 利用设施, 先行任务, 主体名, 请求设施类别与个数
[0293] 配材At	AtPick	(固有) : —
	AtPlace	(固有) : 配材目的地的基准对象, 坐标值 (x, y, z), 欧拉角 ( $\theta, \varphi, \psi$ )
定位焊Ft	Ft	(固有) : —
主焊接Wt	Wt	(固有) : —
背烤Dt	Dt	(固有) : —

[0294] 图21是示出利用了脑的模拟的状况的图,图21的(a)是配材任务,图21的(b)是焊接任务。

[0295] 在配材任务中,自动决定配材场所的限制与配置位置。

[0296] 在焊接任务中,获取焊接线的位置等评价参数,实施评价价值计算。另外,在评价价值计算中,进行在焊接操作者附近不实施其他作业等对焊接区域的考虑。

[0297] 如图20所示,在模拟执行信息读取步骤S5-1之后,执行调度信息41中记载的自定义任务33中的、相对于全部行动主体存在于最前列的任务,将时间设为加1秒。(任务执行步骤S5-2)。事先将自定义任务33预先定义为方法(method),根据状况基于规则信息14等变更所分配的自定义任务33。

[0298] 在时间发展系统模拟中,依次计算各时间的船舶的完成部件或构成部件的位置、设备及操作员的位置与占有状况、组装流程与任务的进展状况。由此,能够精度良好地进行与船舶的建造相关的时间发展系统模拟。

[0299] 接着,判定自定义任务33是否结束(任务结束判定步骤S5-3)。

[0300] 在任务结束判定步骤S5-3中,在判定为自定义任务33未结束的情况下,返回任务执行步骤S5-2,执行自定义任务33。

[0301] 另一方面,在任务结束判定步骤S5-3中,在判定为自定义任务33已结束的情况下,将结束的自定义任务33从调度的最前列删除,判定分配的自定义任务33是否全部结束(模拟结束判定步骤S5-4)。

[0302] 在模拟结束判定步骤S5-4中判定为分配的自定义任务33并未全部结束的情况下,返回任务执行步骤S5-2,执行自定义任务33。

[0303] 另一方面,在模拟结束判定步骤S5-4中判定为分配的自定义任务33已全部结束的情况下,结束模拟。如此,重复执行模拟直到所有预定的自定义任务33消失为止。

[0304] 此外,如图1所示,在模拟步骤S5中,从信息提供单元60提供时间发展系统模拟的中途结果(中途结果提供步骤S5-5)。例如每当任务执行步骤S5-2结束时将模拟的中途结果提供至用户。用户基于所提供的中途结果,对是原样继续进行模拟还是变更自定义任务33等而进行下一模拟等进行判断。由此,用户基于中途结果进行判断,容易进行符合用户意图的模拟。

[0305] 例如在用户按下模拟器的执行按钮时能够任意地选择导通(ON)/断开(OFF),在选

择了断开的情况下不执行中途结果提供步骤S5-5中的中途结果的提供。另一方面,在选择了导通的情况下,例如监视器成为阅览模式,模拟的状况以动画方式放送而提供,用户能够按下暂时停止按钮、或者按下播放按钮而依次确认。用户在按下暂时停止按钮时,能够观察已经结束的自定义任务33、实施中的自定义任务33及未实施的预定的自定义任务33,例如能够变更预定的自定义任务33的顺序,或者变更及指定在该自定义任务33中使用的器具。在变更后,若按下播放按钮,则重新开始模拟,使模拟在变更的情景下进展。

[0306] 此外,在模拟步骤S5的时间发展系统模拟中,虚拟的操作员利用预先获取的规则信息14与任务,自主地推进虚拟作业。具体而言,利用规则信息14与作为任务的将基本任务组合而构成的自定义任务33推进虚拟作业。

[0307] 如上所述,规则信息14例如是指能够使用的焊接机的种类等。通过利用规则信息14与任务,模拟中的虚拟的操作员容易准确地推进虚拟作业。

[0308] 另外,在中途结果提供步骤S5-5之后,也能够从用户处接受施加了变更的变更条件,基于变更条件执行时间发展系统模拟。由此,能够以反映了用户的意向的变更条件为基础精度良好地进行模拟。

[0309] 图22是示出模拟的伪代码的图。

[0310] 构成自定义任务33的基本任务表示能够通用地使用的微小作业。

[0311] 基本任务是能够在时间发展系统模拟上执行的函数,在执行时间发展系统模拟之前预先作为函数构建。基本任务是被赋予自变量、使与该自变量关联的模拟的对象移动或被占有这样的模拟所需的基本的函数。此外,基本任务是考虑了3维限制的函数。

[0312] 构建自定义任务33作为基本任务的组合。通过使任务包括将作为能够在时间发展系统模拟中执行的函数的基本任务进行组合而构建的自定义任务33,能够利用按作业的种类而将微小作业组合而得的自定义任务33,提高时间发展系统模拟的精度。

[0313] 在下表11中示出基本任务的具体例。另外,基本任务除了表11所列举的任务以外,还存在大量其他任务。

[0314] [表11]

基本任务名	自变量	内容
move	主体名, 移动目的地	使主体者向移动目的地移动的函数 自动计算路径
weld	主体名, 焊接线, 焊接机	使主体者与焊接机一起移动至焊接线的开头, 以焊接速度移动并更新产品的函数
CraneMove	主体名, 移动目的地	使主体者(起重机等机器)向移动目的地移动的函数 自动计算路径, 考虑与其他起重机的干扰

[0316] 图23是示出作为基本任务的例子的移动任务(move)的图。移动任务的定义如下。

[0317] • 具有动作的主体名与目的地的坐标值作为自变量。

[0318] • 在模拟上,成为使主体者以特定的速度移动的函数。

[0319] • 考虑3维地形而自动计算最短路径。

[0320] • 在路径的中途存在人孔或纵骨等障碍物,需要穿过或跨过该障碍物而越过的情况下,与之相应地使速度减速。

[0321] 图24是示出作为基本任务的例子的焊接任务(weld)的图。焊接任务的定义如下。

[0322] • 将主体名、对象焊接线名及利用的焊接机名设为自变量。

[0323] • 在模拟上,成为以特定的焊接速度在焊接线附近移动的函数。

[0324] • 对焊接机再现电源电缆、焊炬及胶管,电缆和胶管与其他物体相干扰。

[0325] • 在焊接线处于向上的情况与处于向下的情况下变更焊接速度。

[0326] 图25是示出作为基本任务的例子的起重机移动任务(CraneMove)的图。起重机移动任务的定义如下。

[0327] • 将主体名与目的地的坐标值设为自变量。

[0328] • 在模拟上,成为以特定的移动速度移动至目的地的函数。

[0329] • 本基本任务的主体者为机器(起重机)。对于机器,采取从外部下达任务而执行这样的方式。

[0330] • 进行与其他起重机的干扰判定,将能够移动的区域作为限制而进行考虑。

[0331] 在此,对在任务执行步骤S5-2之前事先预先定义为方法的自定义任务33进行详细说明。自定义任务33如下定义。

[0332] • 自定义任务33是作为基本任务的组合而构建的任务,将模式化或习惯化的不间断的一系列的作业的集合作为一个自定义任务33而表现。例如,在自定义任务33为配材任务的情况下为“向物体移动→抓取物体→与物体一起移动→放置物体”。

[0333] • 对自定义任务33赋自变量,基于该自变量预先构建事先决定的顺序的基本任务,最终构建基本任务的列表。

[0334] • 针对每个想要再现的任务如配材任务、定位焊任务、焊接任务等构建自定义任务33。

[0335] • 自定义任务33具有共通的自变量与每个任务所固有的自变量作为输入。

[0336] • 在自定义任务33中,存在人成为主体的任务与机器成为主体的任务。例如,配材任务的主体为人(操作员),自动焊接任务的主体为机器(自动焊接机)。

[0337] 将分配给人的自定义任务33的任务类型、函数名及自变量的例子示出在下表12,将分配给机器的自定义任务33的函数名及自变量的例子示出在下表13。

[0338] [表12]

任务类型	函数名	自变量
		(共通) : 任务名, 任务类型, 函数名, 对象, 利用设施, 先行任务, 主体名, 请求设施类别与个数
配材At	AtPick	(固有) : —
	AtPlace	(固有) : 配材目的地的基准对象, 坐标值 (x, y, z), 欧拉角 ( $\theta, \varphi, \psi$ )
定位焊Ft	Ft	(固有) : —
主焊接Wt	Wt	(固有) : —
背烤Dt	Dt	(固有) : —

[0340] [表13]

函数名	自变量
	(共通) : 任务名, 任务类型, 函数名, 对象, 利用设施, 先行任务, 主体名, 请求设施类别与个数
[0341] CraneRun	(固有) : —
CraneHoist	(固有) : —
AutoWe dRun	(固有) : —

[0342] 图26是示出作为自定义任务的配材任务“去拿取”的例子的图。另外,使用葫芦起重机(hoistcrane)。

[0343] 该配材任务的任务类型为“配材At”,函数名为“AtPick”,共通的自变量为“任务名,任务类型,函数名,对象,利用设施,先行任务,主体名,请求设施类别与个数”,无固有的自变量。

[0344] 以下示出构成配材任务“去拿取”的基本任务的列表的例子。

[0345] 1.move(主体者,设施的场所)

[0346] 2.move(主体者与设施,对象的场所)

[0347] 3.CraneHoist(降)

[0348] 4.Timeout(指定秒数)

[0349] 5.CraneHoist(升)

[0350] 另外,上述3的基本任务使挂钩下降,上述4的基本任务待机钩挂时间,上述5的基本任务使挂钩上升。

[0351] 图27是示出作为自定义任务的配材任务“进行配置”的例子的图。

[0352] 该配材任务的任务类型为“配材At”,函数名为“AtPlace”,共通的自变量为“任务名,任务类型,函数名,对象,利用设施,先行任务,主体名,请求设施类别与个数”,固有的自变量为“配材目的地的基准对象,坐标值(x,y,z),欧拉角( $\theta, \phi, \psi$ )”。

[0353] 以下示出构成配材任务“进行配置”的基本任务的列表的例子。

[0354] 1.move(主体者,设施与对象,到指定的坐标值)

[0355] 2.CraneHoist(降)

[0356] 3.Timeout(指定秒数)

[0357] 4.CraneHoist(升)

[0358] 另外,上述3的基本任务是待机卸下物品的时间的任务。

[0359] 图28是示出以基本任务的组合来表现作为自定义任务之一的主焊接任务的例子的图。

[0360] 通过执行作为方法的任务,使变量 $x_f, x_p, s_t$ 发生变化。因此,对各自定义任务分别定义方法,通过作为更加细致的方法的基本任务的组合来表现该自定义任务。

[0361] 首先,确认开始条件的基本任务(Wait\_start)成为进行等待直到满足条件为止这样的方法。

[0362] 确保器具的基本任务(Wait\_hold)成为如下的基本的方法:如果使用的器具全部未空闲,则进行等待,若空闲,则为了本任务而使其变化为占有的状态。

[0363] 此外,通过起重机使构成部件移动等的表现作为移动任务(move)而表示,以指定

的速度变更位置和角度。

[0364] 焊接任务 (weld) 设为如下的方法:以在产品模型中定义的焊接线信息为基础,以基于到焊接开始点为止的移动与焊接姿势的速度使焊接炬及操作者移动,使构成部件变化为接下来的中间部件。通过这样的基本任务的组合来表现各种任务,作为方法而事先(任务执行步骤S5-2之前)构建。

[0365] 如此,自定义任务33记载了预先决定的标准流程。在时间发展系统模拟之前预先如目录那样制作自定义任务33。自定义任务33的一例如下。

[0366] 预焊接(自定义任务33):去拿取焊接机+去拿取起重机+吊起部件+对准位置+预固定

[0367] 此时,基于规则信息14(规则1A、规则1B、规则2等)来决定选择哪个器具(焊接机1或者焊接机2等)。此外,关于规则信息14中的规则3,在使用磁式的起重机的情况下,产生使用器具后放置于台车之上这样的新任务。当然,也能够不基于规则信息14而由用户指定所使用的器具。

[0368] 此外,在基本任务中也针对移动设想了多数情况下难以手动输入全部的任务内的移动路径,因此优选设定为由建造模拟单元40B进行路径搜索并自动判断。在该情况下,具体而言,首先通过网格动态地生成能够移动的区域,将该网格的顶点与线段当作路径,通过A\*算法自动计算路径。

[0369] 图29是示出构成由具有2个入口的壁包围的区域中能够进行移动的网格的例子的图。由于在壁90附近不存在网格,因此生成绕着壁90移动的路径。在安装中,例如利用Unity(注册商标)的NavmeshAgent(导航网格代理)组件。由此,在基本任务中,通过指定到达目的地的地点或者到达目的地的对象,能够自动计算中途的路径,大幅削减输入的工夫。

[0370] 在此,在下表14中示出在模拟中输入的输入数据(inputdata)的具体例。此外,去除了关于设施的数据。

[0371] [表14]

No	数据名	简易说明	样本场所 (input_sample)	
1	形状数据	一个个部件的形状数据。 在样本中为obj格式。	SUB_F/OriginalData/*.obj	
2	焊接线数据	表示焊接线的多段线与焊炬方向上的 线的的数据，在样本中为txt格式。	SUB_F/WeldingLine/Line*/ weld_0.txt	
3	背烧线数据	与焊接线同样，为背烤所需的线的 数据，在样本中为txt格式。	SUB_F/HeatingLine/Line*/h eat_0.txt	
[0372]	4	产品模型数据	表示部件间的关系性与连接关系的数据。	Product.csv
5	多段线数据	表示背烤线与制品的关系性的数据。	Polyline.csv	
6	组装树数据	部件的组装层级与该层级中的 基体板的局部坐标系中的位置和 朝向的数据。	Assemblytree.csv	
7	任务树数据	表示直到组装制品为止所需的任务的 一览与参数、其前后关系的数据。 一部分为空栏的项目在模拟内自动决定。	Tasktree.csv	

[0373] 图30是示出形状数据的例子的图。

[0374] 在图30所示的样本中，设想名称为SUB\_F的小组。对于所有部件，以每个部件的局部坐标系且以稳定的姿势进行定义。另外，虽然设为实体模型，但也能够设为其他数据形式。

[0375] 图31是示出焊接线数据的例子的图。

[0376] 焊接线数据按每1根焊接线进行定义，焊接线的多段线是完成状态的坐标系中的多段线。在中央的图中，实线是焊接线，虚线是将焊接线向与焊炬接触的反方向划出的线。此外，右侧的图是从侧方观察的图，“○”示出焊接线的位置，“△”示出将焊接线向与焊炬接触的反方向划出的线的位置。

[0377] 另外，如上所述，在本实施方式中，以在焊接线处于向上的情况与处于向下的情况下变更焊接速度的方式进行定义，但也能够预先获取关于实际的焊接速度的数据，并基于该数据来变更焊接速度。

[0378] 图32是示出背烤线数据的例子的图。

[0379] 在此，出于处理应变的目的，设想在小组阶段在骨的背面侧利用气体燃烧器进行烧火。背烤线的多段线是完成状态的坐标系中的多段线。在左侧的图中，实线是背烤线，虚线是将背烤线向气体燃烧器所朝向的反方向划出的线。此外，右侧的图是从侧方观察的图，“○”示出背烤线的位置，“△”示出将焊接线向气体燃烧器所朝向的反方向划出的线的位置。

[0380] 图33是示出产品模型数据的例子的图。

[0381] 列A的标题为“名称”，记载有部件与焊接线的名称。列B的标题为“组名”，记载有所属的组名。列C的标题为“类别”，若为部件则记载为“node”，若为线则记载为“edge”。列D、E

的标题为“node”，记载有是将哪个部件与哪个部件相连的线的信息。列F的标题为“Path”，记载有示出形状数据与焊接线数据的保存场所的路径。列G的标题为“姿势信息”，记载有完成状态下的部件的相对位置与角度。列H的标题为“重量”，记载有部件的重量。

[0382] 图34是示出多段线数据的例子的图。

[0383] 列A的标题为“LineName”，记载有背烤线的名称。列B的标题为“LineType”，记载有线的类型。列C的标题为“ParentProductName”，记载有以哪个制品(父产品)为基准的信息。列D的标题为“Path”，记载有示出背烤线数据的保存场所的路径。

[0384] 图35是示出组装树数据的例子的图。

[0385] 在左侧的图中，列A的标题为“Name”，记载有中间部件的名称。列B的标题为“ComponentName”，记载有构成中间部件的构件的名称。列C的标题为“isBasedProduct”，如果是基板则记载为“base”。列D的标题为“ProductPose”，在为基板的情况下，记载有中间部件的局部坐标系中的基板的位置与角度。

[0386] 此外，右侧的图示出板模型的组装树的例子。

[0387] 图36是示出任务树数据的例子的图。

[0388] 列A的标题为“TaskName”，记载有任务的名称。列B的标题为“TaskType”，记载有任务的种类。列C的标题为“FunctionName”，记载有模拟器内的名称。在列D~G中记载有每个任务所需的自变量。列H的标题为“RequiredFacilityList”，记载有必要设施。

[0389] 作为列B中记载的任务的种类，有At1(配材)、Ft(定位焊)、Wt(主焊接)、Tt(反转)、Dt(背烤)、At2或者At3(制品的移动)等。

[0390] 在记载每个任务所需的自变量的列D~G中，列D的标题为“TaskObject”，记载有对象物。列E的标题为“TaskFacility”，记载有所利用的设施名。列F的标题为“TaskConditions”，记载有先行任务。列G的标题为“TaskParameter”，记载有任务所固有的参数。另外，在列F的任务条件栏中记载有“null”，其在模拟内自动决定。

[0391] 列H的记载表示是否为若没有几个哪一类别的器具则无法进行的作业，例如图中的“Cranel”表示若没有1台起重机则无法进行的作业。

[0392] 返回图1，在模拟步骤S5之后，使用时间序列信息化单元50，对时间发展系统模拟的结果进行时间序列数据化而制成建造时间序列信息51(时间序列信息化步骤S6)。时间序列数据是包括作为行动主体的操作员在内的各设施的位置、角度及占有状况等的时间历程数据。

[0393] 在时间序列信息化步骤S6之后，使用信息提供单元60，将建造时间序列信息51作为时间发展系统模拟的结果而提供至用户(信息提供步骤S7)。用户能够利用云服务器等在操作者、设计者、管理者等相关各处之间交叉共享所获取的建造时间序列信息51等。另外，用户在观察所获取的建造时间序列信息51而觉得需要对模拟的条件进行修正的情况下，如果是稍作变更，则能够从现场通过云服务器进行对船舶的建造模拟系统的操作。

[0394] 在此，图37是由信息提供单元进行的输出处理的详细流程。

[0395] 首先，读取产品模型、设施模型12、过程模型、调度信息41、规则信息14及建造时间序列信息51(输出信息读取步骤S7-1)。

[0396] 接着，进行显示所需的计算或生成等，显示建造时间序列信息51(显示步骤S7-2)。建造时间序列信息51优选包含甘特图表、作业流程书、作业分解构成图、工时或者动作路线

中的至少一个。通过提供像这样的将建造时间序列信息51具体化的信息,用户能够知晓作为模拟的结果的建造时间序列信息51而得到构成部件或设施的变更、难点的分析与解释、工时预测等对建造有益的发现。另外,由于能够在作业分解构成图中根据时间序列信息记载各任务的开始时间和结束时间,因此虽然不够直接,但能够将其作为建造时间序列信息51来处理。此外,工时例如是指将各作业所花费的天数表示为“○○人日”的数据。此外,建造时间序列信息51也能够表现为PERT(Program Evaluation and Review Technique)图。此外,作业流程书表示出操作员接下来应着手哪个作业、在那时应使用哪个设备(起重机等)、应从何处获取哪个器具等。另外,作业流程书、作业分解构成图、工时及动作路线也能够作为时间序列化的信息表现。

[0397] 如此,通过执行以下步骤:产品模型设定步骤S1,从统一数据库10中获取船舶的基本设计信息11从而设定为以标准化的数据结构表现的产品模型;设施模型设定步骤S2,从统一数据库10中获取关于建造船舶的工厂的设备与操作员的信息从而设定为以标准化的数据结构表现的设施模型12;过程模型生成步骤S3,基于产品模型与设施模型12,将用于从构成部件建造船舶的组装流程及任务明确化,生成以标准化的数据结构表现的过程模型;模拟步骤S5,基于过程模型,进行依次计算各时间的建造的进展状况的时间发展系统模拟;时间序列信息化步骤S6,对时间发展系统模拟的结果进行时间序列数据化而制成建造时间序列信息51;信息提供步骤S7,提供建造时间序列信息51,由此用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息51来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。此外,由于基于关于设备与操作员的信息而预先生成设施模型12、以标准化的数据结构表现设施模型12而储存于统一数据库10中,因此能够简便地进行标准化的数据结构的设施模型12的获取、共同利用、还有新的信息的储存等。

[0398] 此外,由于即使对于非常细致的作业级别也存在建造时间序列信息51,因此通过对操作者传达信息,使得能够利用平板电脑等便携终端、AR(Augmented Reality:增强现实)技术、MR(Mixed Reality:混合现实)技术或全息显示进行视觉确认,或者能够以使用了VR(Virtual Reality:虚拟现实)的虚拟空间中的实际尺寸大小来确认,由此能够提高作业效率。也能够通过AI聊天机器人等从声音层面进行作业引导。

[0399] 此外,在信息提供步骤S7中,使用信息提供单元60,至少将建造时间序列信息51作为标准化的数据结构而提供至统一数据库10。由此,能够考虑到与产品模型等的关系性将作为建造时间序列信息51而提供的信息的种类和属性、还有格式等以作为建造时间序列信息51的标准化的数据结构容易地储存在统一数据库10中。此外,对于作为标准化的数据结构而储存的建造时间序列信息51,例如能够从统一数据库10中获取而在实际的船舶的建造时参照,或者作为之后的模拟时的信息利用或用于规则信息14的机器学习等。

[0400] 建造时间序列信息51的“标准化的数据结构”是指,预先对作为建造时间序列信息51的信息的种类和属性、格式等进行定义,并对信息彼此的父子关系、各信息的格式、还有符合格式的数据等的关系性进行定义。

[0401] 此外,也能够将设定的产品模型、设施模型12、过程模型、调度信息41及工厂布置信息42等提供至统一数据库10。

[0402] 此外,使用验证单元80,对在时间序列信息化步骤S6中时间序列数据化的建造时间序列信息51进行验证(验证步骤S8)。然后,使用模型修正单元90,基于验证步骤S8中的验证的结果,修正产品模型及设施模型12的至少一方(模型修正步骤S9)。例如,在验证步骤S8中,判断建造时间序列信息51的结果是否超出期望目标的范围,在超出的情况下,在模型修正步骤S9中修正产品模型及设施模型12的至少一方。由此,基于期望目标对建造时间序列信息51进行验证,由此来判别是否应修正产品模型或设施模型12,能够适当地修正产品模型或设施模型12。另外,在验证步骤S8中,在判断为建造时间序列信息51的结果未超出期望目标的范围的情况下,不进入模型修正步骤S9而结束处理。另外,例如设定规定的时间等作为期望目标,但不仅限于此,还能够包括作业的均衡化的程度(是否能够分散作业负荷)、确保厂区的安全的程度、有无危险性等。

[0403] 此外,在模型修正步骤S9中修正了产品模型及设施模型12的至少一方的情况下,基于修正后的产品模型及设施模型12的至少一方,重复过程模型生成步骤S3、模拟步骤S5、时间序列信息化步骤S6与验证步骤S8。另外,此时,对于未在模型修正步骤S9中修正的产品模型或者设施模型12,使用修正前的模型。如此,通过重复各步骤,能够得到修正了产品模型或设施模型12的、船舶的建造落入目标的范围内的模拟结果。例如设定规定的时间等作为目标,但不仅限于此,还能够包括作业的均衡化(是否能够分散作业负荷)、确保厂区的安全、有无危险性等。

[0404] 另外,也能够使验证单元80发挥功能,使得以不经由时间序列信息化单元50的方式对由过程模型生成单元40A生成的过程模型、建造模拟单元40B中的模拟的中途结果、还有调度信息41、工厂布置信息42进行验证,基于验证结果利用模型修正单元90修正产品模型及设施模型12的至少一方。

[0405] 另外,能够利用建造程序而使计算机执行上述的各步骤。

[0406] 在该情况下,程序使计算机至少执行产品模型设定步骤S1、设施模型设定步骤S2、过程模型生成步骤S3、模拟步骤S5、时间序列信息化步骤S6与信息提供步骤S7。由此,用户能够基于以标准化的数据结构表现的信息以细致的作业级别按时间模拟船舶的建造,能够基于作为其高精度的模拟结果的建造时间序列信息51来研究工厂的改善、生产设计的改善、接单时的成本预测及设备投资等,因此实现建造成本的降低和工期的缩短。

[0407] 此外,通过使计算机进一步执行过程模型储存步骤S4,例如能够使用储存的过程模型作为下一模拟机会或类似的船舶的模拟中的既往船的过程数据13而进行时间发展系统模拟。此外,例如由于过程模型的数据结构是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此过程模型的储存和利用变得容易。

[0408] 此外,通过使计算机进一步执行验证步骤S8与模型修正步骤S9,能够基于期望目标对建造时间序列信息51进行验证,由此来判别是否应修正产品模型或设施模型12,并适当地修正产品模型或设施模型12。

[0409] 接着,对本发明的第二实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及建造模拟系统进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0410] 图38是本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法的流程,图39是通过功能实现单元表示本实施方式的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0411] 在本实施方式中,基于船舶的基本设计信息11而预先生成产品模型15,以标准化的数据结构表现产品模型15并储存在统一数据库10中。由此,例如能够在不访问设计系统的情况下简便地进行产品模型15的获取。

[0412] 此外,产品模型15例如是将信息的种类和属性、还有多个信息间的关系性标准化的数据结构,因此能够更简便地进行产品模型15的获取和过程模型16的生成,或者能够容易地进行储存。产品模型15的标准化的数据例如是通过分块划分而树结构化的各分块的信息,具体而言,是分块名、分块的构成构件、构件名、各构件的形状、构件的连接信息及焊接线的信息。产品模型15的“标准化的数据结构”是指,将这些信息的种类和属性预先定义为类,并将类彼此的父子关系等关系性定义为信息的树。

[0413] 此外,在统一数据库10中储存有从信息提供单元60提供的建造时间序列信息51。

[0414] 此外,建造模拟单元40构成为,分为具有过程模型生成单元40A的建造模拟部I与具有建造模拟单元40B的建造模拟部II这两个部,在建造模拟部I中进行过程模型16的生成,在建造模拟部II中执行时间发展系统模拟。

[0415] 在本实施方式中,通过在模拟前预先执行过程模型储存步骤S4,预先将生成的过程模型16储存在统一数据库10中。该过程模型16以标准化的数据结构表现。然后,在模拟步骤S5中,从统一数据库10中获取过程模型16从而执行模拟步骤S5、时间序列信息化步骤S6及信息提供步骤S7。由此,当要进行时间发展系统模拟时,能够省去生成过程模型16的时间。此外,也能够通过其他计算机或设置在其他场所的计算机从统一数据库10获取过程模型16,进行时间发展系统模拟。

[0416] 接着,对本发明的第三实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及船舶的建造模拟系统进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0417] 图40是通过功能实现单元表示本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0418] 本实施方式的船舶的建造模拟系统是将产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型生成单元40A、建造模拟单元40B、时间序列信息化单元50与信息提供单元60作为建造模拟器400而构成的,统一数据库10与建造模拟器400经由信息通信线路110而联合。由此,能够将统一数据库10与建造模拟器400设置在各自不同的场所,或者能够进行多个建造模拟器400中的模拟等,能够提高设置的自由度和便利性。

[0419] 此外,统一数据库10与建造模拟器400通过信息通信线路110与位于不同于其设置场所的其他场所的A工厂、B工厂、C工厂及D公司连接。另外,D公司虽然不是工厂,但例如是统一管理工厂的总公司、进行协调以共同建造船舶的公司、专门进行船舶的基本设计的公司或者对生产行为进行认证的公司等。

[0420] 在产品模型设定步骤S1中,产品模型设定单元20从统一数据库10获取船舶的基本设计信息11并设定以标准化的数据结构表现的产品模型15。

[0421] 在统一数据库10中,储存有根据A工厂、B工厂及C工厂各自的设备的信息(设备信息12A)与操作员的信息(操作员信息12B)生成的每个工厂的设施模型12。在过程模型生成步骤S3中,过程模型生成单元40A生成每个工厂的过程模型16,在模拟步骤S5中,建造模拟单元40B对产品模型15进行每个工厂的时间发展系统模拟。

[0422] 由此,例如对于储存在统一数据库10中的多个工厂的设施模型12根据一个产品模型15来生成每个工厂的过程模型16,进行使用了每个工厂的设施模型12的时间发展系统模拟,因此能够对各工厂中的制造成本、工期进行比较,使对实际建造的工厂的选择变得容易,实现成本的进一步降低、工期的进一步缩短。此外,例如,在共同接单来建造单艘或者多艘船舶的情况下,还能够研究多个工厂共同建造船舶时的接单时的成本预测、设备投资等。例如,还能够在通过由各工厂分担工作而每年能够接单几艘船舶等这样的接单机会的研究、将哪个分块以何种程度分配给各工厂最有效且有益的研究中使用模拟结果。此外,在某个公司想要将某个分块外包的情况下,还能够使用外包候选对象的公司的设施模型12进行模拟,基于其结果研究成本、工期等。

[0423] 另外,多个工厂既可以是由相同的公司全部持有的工厂,也可以是由不同的公司分别持有的单个或者多个工厂。

[0424] 此外,模拟步骤S5的建造模拟单元40B中的每个工厂的时间发展系统模拟的结果可在信息提供步骤S7中作为能够进行比较的建造时间序列信息51而从信息提供单元60提供至用户。

[0425] 由此,用户能够迅速且准确地对各工厂中的工时预测结果、设施的技术问题、难点等进行比较,并能够比较制造成本和工期等。

[0426] 此外,在产品模型设定步骤S1中,产品模型设定单元20经由信息通信线路110从各工厂的CAD系统中的任一个或多个CAD系统获取船舶的基本设计信息11。此外,船舶的建造模拟系统经由信息通信线路110向各工厂和D公司提供建造时间序列信息51。另外,信息提供单元60不仅能够提供建造时间序列信息51,还能够一并提供时间发展系统模拟中使用的基本设计信息11、设施信息等一应信息。

[0427] 由此,即使船舶的建造模拟系统处于远程位置,也能够经由信息通信线路110迅速地进行基本设计信息11的获取、建造时间序列信息51的提供。

[0428] 此外,由于从CAD系统获取船舶的基本设计信息11,因此能够将由CAD系统生成的船舶的设计信息和变换信息作为基本设计信息11而获取,容易且有效地用于产品模型15的设定等。另外,虽然CAD系统设置于A工厂、B工厂及C工厂,但也能够以一个工厂为代表进行设计,还能够由多个工厂分担而设计。此外,也可以仅在代表的工厂中配置CAD系统。

[0429] 此外,建造模拟器400具备成本计算单元120、部件供应计划单元130。

[0430] 成本计算单元120基于建造时间序列信息51计算与船舶的建造相关的成本。由此,能够简便地得到基于建造时间序列信息51计算出的与船舶的建造相关的成本。此外,通过基于建造时间序列信息51进行计算,能够比以往更细致地计算出夹具的材料费、电费、焊丝的消耗量等。

[0431] 部件供应计划单元130基于建造时间序列信息51生成船舶的建造所需的采购部件的采购计划。由此,能够简便地得到基于建造时间序列信息51而生成的采购部件的采购计划。

[0432] 接着,对本发明的第四实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及船舶的建造模拟系统进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0433] 图41是通过功能实现单元表示本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟

系统的方框图。

[0434] 本实施方式的船舶的建造模拟系统基于建造模拟器400的建造时间序列信息51,经由信息通信线路110和制定与船舶的建造相关的生产计划的生产计划系统140相联合。由此,能够将建造时间序列信息51顺畅地与船舶的建造整体的生产计划的制定相联系。另外,生产计划系统140能够利用现有的生产计划系统,也能够设为以与本建造模拟系统相联合的方式开发的生产计划系统。

[0435] 此外,A工厂、B工厂、C工厂及E用户具备用户终端150。用户终端150例如是笔记本电脑或平板电脑等。建造模拟器400和用户终端150经由信息通信线路110相联合,能够在用户终端150中对从信息提供单元60提供的建造时间序列信息51进行确认。由此,能够经由信息通信线路110在各工厂(现场)、设计者、总公司职员等相关各处之间共享建造时间序列信息51。另外,在相关人员中,不仅能够包括造船厂,还能够包括主机制造商或机器制造商等供应商。

[0436] 用户能够从用户终端150操作建造模拟器400。由此,用户能够从现场通过信息通信线路110进行对于建造模拟器400的、例如建造模拟器400的启动和停止、指示利用建造模拟器400进行模拟的中途结果的获取、查看获取的建造时间序列信息51而修正模拟的条件等操作。

[0437] 接着,对本发明的第五实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及船舶的建造模拟系统进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0438] 图42是通过功能实现单元表示本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0439] 在本实施方式中,除了A工厂、B工厂、C工厂及E用户之外,F用户也具备用户终端150。

[0440] 此外,本实施方式的船舶的建造模拟系统具备监视单元160与对比单元170。监视单元160设置在建造船舶的各工厂中,监视船舶的实际建造状况。对比单元170设置在建造模拟器400中,将从建造模拟器400提供的建造时间序列信息51与建造状况的监视结果进行对比。由此,能够对建造时间序列信息51与监视结果进行比较,远程地监视并管理计划的进度。此外,也能够用于对多个工厂进行监视并管理,或者用于掌握模拟的技术问题等。另外,例如监工和检察员也能够通过远程来进行作业管理。对比单元170中的建造时间序列信息51与建造状况的监视结果的对比例如能够通过对比建造时间序列信息51中包含的规定时刻的操作员的位置与监视结果中的规定时刻的操作员的位置的一致度进行判定等来进行。

[0441] 此外,监视单元160优选利用IoT(Internet of Things:物联网)技术或者监测技术来监视工厂的实际建造状况。由此,能够利用传感器或监视器等高精度地实时监视工厂的实际建造状况。另外,监测技术是适当地组合进行测量的技术、收集并传输测量数据的技术及分析收集到的数据的技术而成的技术。

[0442] 此外,建造模拟器400具备评价单元171。对比单元170将对比的结果发送到评价单元171。评价单元171根据接收到的对比的结果,进行成为难点的工序的评价或者操作员的技能的评价。由此,用户能够适当地掌握成为难点的工序、操作员的技能,从而运用在工序的重新考量、操作员的配置替换等改善活动或者客观的评价中。

[0443] 此外,本实施方式的船舶的建造模拟系统具备作业信息提供单元180。

[0444] 作业信息提供单元180配置在建造船舶的各工厂中,通过对实际的操作员提供建造时间序列信息51从而有助于对操作员的教育。工厂的操作员通过从建造时间序列信息51学习高效的动作或作业流程等,能够实现技能提高。

[0445] 此外,本实施方式的船舶的建造模拟系统具备控制单元200。控制单元200基于建造时间序列信息51控制建造船舶的A工厂所具有的自动化的设备(自动化设备190)。由此,通过基于建造时间序列信息51控制自动化的设备,能够进行工厂的高效运营。自动化的设备例如是自动焊接机器人或自走起重机等。

[0446] 另外,在自动化设备190全自动化的情况下,能够将操作员替换为相当于操作员的机器人或自动制造机,并设定设施模型12。

[0447] 接着,对本发明的第六实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟方法、建造模拟程序及船舶的建造模拟系统进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0448] 图43是通过功能实现单元表示本实施方式的基于统一数据库的船舶的建造模拟系统的方框图。

[0449] 在本实施方式的船舶的建造模拟系统中,建造模拟器400在设施模型设定步骤S2中从E总公司获取建造船舶的工厂的设备与操作员的至少一方的改善信息而设定设施模型12,在模拟步骤S5中进行基于改善信息的时间发展系统模拟,在信息提供步骤S7中提供建造时间序列信息51。由此,用户能够得到变更并改善工厂的设备或操作员的情况下的建造时间序列信息51,能够辅助对设备或操作员的变更的决策。工厂的改善信息例如是起重机的更新或能力提高、或者操作者的增员等。

[0450] 此外,建造模拟器400在设施模型设定步骤S2中,获取改变了建造船舶的工厂的设备与操作员的组合后的组合信息而设定设施模型12,在模拟步骤S5中进行基于组合信息的时间发展系统模拟,在信息提供步骤S7中提供建造时间序列信息51。由此,能够得到改变了工厂的设备与操作员的组合的情况下的建造时间序列信息51,能够推导出活用现下的工厂的设备与操作员的最合适的运用状态。另外,组合信息的组合能够由建造模拟器400自动地变更,也能够由用户任意地变更。

[0451] 此外,改善信息、组合信息及基于它们的设施模型12被储存在统一数据库10中。

[0452] 另外,在第二至第六实施方式中,也能够利用建造程序而使计算机执行上述各步骤。

[0453] 图44是示出产品模型的标准化的数据结构的事例的图。

[0454] 产品模型15的标准化的数据结构是通过BOM(Bill of Materials:物料清单)表现制品信息的数据结构,示出类间的层级结构与各类的属性信息。

[0455] 在图44中,将作为标准化的数据结构的构成要素的类用方形表示,将其种类(名称)记载在方形内,并且通过树结构示出类间的关系及类间的父子关系。此外,将各类的属性信息记载于方形的右边。具体而言,最上位的类是1号船或2号船等示出建造对象的船舶的“号船”,其下位的类是构成船壳的“分块”,再下一位的类是构成分块的“构件”、“连接线”或者“材料”,进而下一位的类是构成连接线的“焊接线”、构成部件的“管”及“舾装品”、构成材料的“焊材”、“涂料”、“悬吊件”及“安装夹具”。此外,类“焊接线”的属性信息是“焊脚尺

寸”及“坡口形状”，类“管”的属性信息是“管系统”及“管材质”，类“舾装品”的属性信息是“舾装品种类”，类“焊材”的属性信息为“种类(材料)”及“焊丝直径”，类“涂料”的属性信息是“种类(材料)”，类“悬吊件”的属性信息为“悬吊件种类”，类“安装夹具”的属性信息是“安装金属零件种类”。

[0456] 另外，虽然未图示，但也能够对每个舾装品进一步设置子类。作为子类的例子，可例举“梯子”或“管支架”等。

[0457] 图45是示出设施模型的标准化的数据结构的例子的图。

[0458] 设施模型12的标准化的数据结构是通过BOE(Bill of Equipment:设备清单)表现设施信息的数据结构，示出类间的层级结构与各类的属性信息。

[0459] 在图45中，记载了作为标准化的数据结构的构成要素的类，并且通过树结构示出类间的关系及类间的父子关系。最上位的类是“工厂A/B”等造船工厂的类别(名称)，其下一位的类是“栋A/B/C”等各工厂中的栋的类别(名称)，再下一位的类是“平台A/B/C/D”等各栋中的平台的类别(名称)，进而下一位的类是“焊接机A/B/C”、“送丝机A/B/C”、“简易自动台车A/B”、“磨床A/B”、“盘木A”、“气焊炬A/B”、“起重机A/B”、“安装组A”、“焊接组A”及“配材组A”等在各平台中使用的设备(或者器具)、操作员的类别(名称)。

[0460] 此外，虽未图示，但是对于焊接机或安装组等各类设定能力值或形状这样的属性信息。另外，也能够将形状整理为与类“焊接机”或“起重机”等具有关联的类。

[0461] 图46-1~3是示出产品模型、设施模型及过程模型的标准化的数据结构的例子的图，图46-1所示的产品模型的数据结构以BOM表现，图46-2所示的设施模型的数据结构以BOE表现，图46-3所示的过程模型的数据结构以BOP(Bill of Process:过程清单)表现。另外，图46-1所示的产品模型15的标准化的数据结构在类“分块”的实例中被分为“大组”、“中组”、“小组”的父子关系等方面与图44所示的产品模型15的标准化的数据结构不同。此外，图46-2所示的设施模型12的标准化的数据结构在将最下层的类设为上位概念性表现等方面与图45所示的设施模型12的标准化的数据结构不同。

[0462] 如图46-1~3所示，将通过模拟器再现的过程模型16的信息与作为该过程模型16的对象的产品模型15的信息、该过程模型16所需的设施模型12的信息组合而通过树结构表现，整理各模型的关系。由此，能够将作为各过程的对象的产品和设施与过程模型16相关联地进行管理。此外，对模拟器的运用所需的的过程的表现(工艺的粒度)进行整理。由此，能够在统一数据库10上统一地管理在造船设计或生产计划中处理的数据，因此能够在造船设计与生产计划业务中基于单一的信息来运用业务，有助于缩短建造的筹备期和设计及生产计划的最佳化。

[0463] 在图46-3所示的过程模型16的标准化的数据结构中，任务“过程A-1~3”的具体例为“配材A~C”，任务“过程B-1~4”的具体例为“安装A~D”，任务“过程C-1~2”的具体例是“焊接A~B”，任务“过程D-1”的具体例是“反转A”，任务“过程E-1~2”的具体例是“安设管线A~B”，任务“过程F-1~2”的具体例是“消除变形A~B”，任务“过程G-1~2”的具体例是“防锈涂装A~B”，任务“过程H-1~2”的具体例是“清扫A~B”。

[0464] 关于配材、安装、焊接等各过程，将用于通过模拟器适当地表现该过程的产品模型15的信息与设施模型12的信息相关联地进行整理。即，整理出只要将产品模型15的哪个信息与设施模型12的哪个信息配对来表现就能够由模拟器再现各工序，并反映到BOP的设计

中。特别地,对焊接作业等附带的清扫作业、防锈涂装作业等的表现进行了钻研,例如关于“清扫”任务,着眼于在焊接作业后进行沿焊接线的扫除这一实际情况而作为产品模型15的信息与“焊接线”相关联。

[0465] 此外,在过程模型16中,规定各过程的执行顺序。执行顺序例如如图46-3的右侧所示地设为“过程A-1(配材A)”→“过程B-1(安装A)”→“过程B-2(安装B)”→“过程C-1(焊接A)”→“过程E-1(安设管线A)”→“过程F-1(消除变形A)”→“过程H-1(清扫A)”→“过程G-1(防锈涂装A)”→“过程D-1(反转A)”→“过程A-2(配材B)”→“过程B-3(安装C)”→“过程A-3(配材C)”→“过程B-4(安装D)”→“过程C-2(焊接B)”→“过程E-2(安设管线B)”→“过程F-2(消除变形B)”→“过程H-2(清扫B)”→“过程G-2(防锈涂装B)”。

[0466] 这样,产品模型15、设施模型12及过程模型16的标准化的数据结构至少包含按照数据的种类划分而成的多个类、类间的关系及类间的父子关系。由此,利用以类或类间的关系为轴的数据结构而使产品模型15、设施模型12及过程模型16的获取和储存、利用等变得容易。

[0467] 接着,对本发明的实施方式的船舶的品质数据库的构建方法、品质数据库的构建程序、统一数据库(统一数据平台)及统一数据库的利用方法进行说明。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0468] 图47是第七实施方式的船舶的品质数据库的构建方法所使用的系统的方框图,图48是第七实施方式的船舶的品质数据库的构建方法的流程图。

[0469] 系统具备统一数据库10、产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型设定单元260、计算机250,与CAD系统协作。过程执行单元270例如是在造船工厂中从事产品的制造的操作员或制造设备等。

[0470] 统一数据库10具备储存了产品模型15的产品数据库210、储存了设施模型12的设施数据库220、储存了过程模型16的过程数据库230、储存了与船舶的建造关联的品质数据17的品质数据库240,处理与船舶的建造关联的信息。

[0471] 计算机250具备品质数据获取部251、关联部252、数据结构化部253与品质数据库储存部254。

[0472] 在品质数据库的构建方法中,根据基于统一数据库的船舶的结构模拟方法中的过程模型16或者建造时间序列信息来执行建造过程。

[0473] 首先,产品模型设定单元20从产品数据库210获取与船舶的设计相关的产品模型15(产品模型设定步骤S1)。基于船舶的基本设计信息11设定产品模型15。产品模型设定单元20将所获取的产品模型15发送到过程模型设定单元260与计算机250。

[0474] 在本实施方式中,统一数据库10具备产品数据库210,因此与将产品数据库210设置在统一数据库10以外的情况相比,产品模型15的储存和获取变得容易,并且实现产品模型15的共同利用。此外,通过将产品模型15以标准化(统一化)的数据结构储存在产品数据库210中,能够使数据库的管理一体化。

[0475] 接着,设施模型设定单元30获取设施模型12(设施模型设定步骤S2)。设施模型12具有建造船舶的工厂的设备信息12A与操作员信息12B。设施模型设定单元30将所获取的设施模型12发送到过程模型设定单元260与计算机250。另外,也可以在产品模型设定步骤S1之前进行设施模型设定步骤S2。

[0476] 在本实施方式中,统一数据库10具备设施数据库220,因此与将设施数据库220设置在统一数据库10以外的情况相比,设施模型12的储存和获取变得容易,并且实现设施模型12的共同利用。此外,通过将设施模型12以标准化(统一化)的数据结构储存在设施数据库220中,能够使数据库的管理一体化。

[0477] 接下来,过程模型设定单元260基于产品模型15与设施模型12设定过程模型16(过程模型设定步骤S10)。所设定的过程模型16被发送到计算机250与过程数据库230。

[0478] 此外,在本实施方式中,将被确定为作业的推进方法的标准的过模型16储存在过程数据库230中。由此,在日后制造同样的产品的情况下,或在与其他工厂共同制造产品的情况下等,能够有效利用所储存的过程模型16。此外,通过将过程模型16以标准化(统一化)的数据结构储存在过程数据库230中,能够使数据库的管理一体化。

[0479] 另外,过程模型设定单元260中的过程模型16的设定也能够由人基于获取的产品模型15与设施模型12进行。

[0480] 接下来,过程执行单元270根据过程模型16执行建造过程(建造过程执行步骤S11)。建造过程执行步骤S11例如是与利用在工厂中从事产品的制造的操作员或所使用的设备、使用材料或部件等执行的制造或检查等相关的工序。优选在执行建造过程时还利用建造时间序列信息。

[0481] 接着,测量与根据过程模型16执行的建造过程相关的品质数据17(品质数据测量步骤S12)。

[0482] 例如,如以下的1)~3)那样定义品质。

[0483] 1)与制品的规格书或设计图的一致性(制品是否按照规格书或图制造出来)。

[0484] 2)船级等由检查机构进行的检查项目的满足性。

[0485] 3)作为制品的优良性。未在规格书或设计图、船级检查上表现出的制品的品质。制造工序上的品质的担保。

[0486] 此外,品质数据17是制品的实际的材质、尺寸、板厚、焊道的状态、膜厚、腐蚀情况、管形状及安装状态等。在船舶建造时获取的品质数据17例如为以下的1)~6)。

[0487] 1)对每个焊接线记录管理实际焊接的施工条件(焊接顺序、电流、电压等)。

[0488] 2)对每个焊接线记录管理实际焊接的施工结果(外观、内部缺陷、伦琴)。

[0489] 3)对每个分块记录管理分块的尺寸精度(接缝量等)。

[0490] 4)记录管理外板或船侧的变形的量。

[0491] 5)对每个涂装面记录管理涂装的涂装条件和膜厚。

[0492] 6)船级、由监工得到的检查结果(焊接、涂装等)的记录管理。

[0493] 作为品质数据17的测量装置或者测量方法,例如有3D扫描仪、膜厚计、数字焊接机、焊道形状测量器、照相机(图像数据)、各种传感器及目视等,也可以混合自动测量与手动测量。

[0494] 在由过程执行单元270进行的各建造过程中测量品质数据17。优选品质数据17包含在建造过程的中途获取的测量值及工序信息的至少一方。在工序信息中,例如还包含目视检查结果的记录、图像解析结果或者运转试验结果等数值以外的信息。建造过程的中途的品质数据17也作为品质管理数据储存在品质数据库240中,由此,基于时间序列的品质管理数据,能够更高精度地进行关于品质的分析和解析、还有品质的改善等。

[0495] 此外,优选品质数据17包含作为在建造过程的中途使用的供应品的品质信息的供应品质信息。供应品是由其他公司制造与交付的部件或材料等。通过将供应品的品质数据17也作为品质管理数据储存在品质数据库240中,能够更高精度地进行关于包括部件和材料在内的品质的分析和解析、还有改善等。

[0496] 此外,在品质数据17中,能够包含在建造过程的中途得到的关于建造的修缮信息。通过将修缮信息也作为品质管理数据储存在品质数据库240中,还能够进行反映了制造中途的调试、设计或部件等的不良情况的变更等信息的关于品质的分析和解析等。

[0497] 另外,改善是指积累建造过程中途或建造过程后的调试、变更、入坞时的保养等与船舶的建造关联的修缮信息,从而变革制品和设备、操作员配置、维护方法等。

[0498] 此外,改善中还包括基于品质管理数据、供应品质信息、下水后品质信息等、有时还运用利用品质信息,不仅改革制造品质,还直接或者间接地改革设计品质、计划品质、使用品质等。

[0499] 接下来,品质数据获取部251获取测量而得的品质数据17(品质数据获取步骤S13)。通过向计算机250的自动读入或者用手动向计算机250输入来进行品质数据17的获取。

[0500] 接下来,关联部252将品质数据17与由产品模型设定单元20获取的产品模型15相关联(关联步骤S14)。由于产品模型15表现制品的构成和形状,因此通过将品质数据17与产品模型15相联系,能够示出是关于制品的何处的品质的数据这一情况。

[0501] 此外,关联部252将品质数据17与由过程模型设定单元260设定的过程模型16相关联。由此,品质数据17也与过程模型16相联系。由于过程数据表现制品的制作方法,因此通过将品质数据17与过程模型16相联系,能够示出是在哪个工序、哪个作业中产生的品质数据17这一情况。

[0502] 此外,关联部252将品质数据17与由设施模型设定单元30获取的设施模型12相关联。由此,品质数据17也与设备或操作员等设施模型12相联系。

[0503] 接下来,数据结构化部253将与产品模型15、过程模型16及设施模型12相关联的品质数据17以标准化的数据结构表现而设为品质管理数据(数据结构化步骤S15)。

[0504] “以标准化的数据结构表现品质数据”是将产品的尺寸或涂装膜厚等关于品质的信息定义为类,进行形体化。

[0505] 在此,图49是品质管理数据的数据结构的概念图,图50是示出品质管理项目与品质管理数据的例子的图。

[0506] 产品模型15以部件为单位管理信息。即,是部件单位的数据结构。此外,品质管理数据管理部件内部的各位置中的品质数据17。根据品质数据17的不同,有时也以时间序列进行管理。因此,为了用于品质数据17的管理而整備数据结构。

[0507] 于是,如图49所示,对部件定义区域划分为品质管理用的新的类。产品模型15的数据的类及过程模型16的数据的类与品质管理数据的类相关。区域划分的方法在每个品质的项目中不同。例如,对于腐蚀数据或膜厚数据等,根据项目不同需要按时间序列处理品质数据17。此外,关于品质管理数据中的例如“实际的板厚”,在产品模型15中的设计上的板厚仅针对某个构件以代表值表现,但是在品质管理的情况下,通过1点代表值进行管理并不适当,而是需要输入构件上的全部点的测量值。因此,由于需要对现有的数据结构扩展数据结

构以便能够输入在构件上的全部位置的数据,因此定义专门用于品质管理的数据结构。

[0508] 在图50中示出在船舶建造时的对象工序与应管理的品质管理数据的设想例,像这样地,针对品质数据17的每个项目,按设想利用以数据结构进行表现(类设计)。

[0509] 标准化的数据结构优选为将数据的种类与属性及数据间的关系性标准化的数据结构。通过数据的种类与属性及数据间的关系性的标准化,能够更容易地对品质管理数据进行处理。

[0510] 此外,品质数据17与产品模型15之间的关联优选为使品质数据17的类与产品模型15的按数据的种类与属性定义的类一致。由此,能够基于类准确地进行品质数据17与产品模型15之间的关联。

[0511] 接下来,数据结构化部253将品质管理数据发送到品质数据库储存部254(品质管理数据发送步骤S16)。品质数据库储存部254将品质管理数据储存在品质数据库240中(品质管理数据储存步骤S17)。

[0512] 如此,通过将根据过程模型16建造(制造)的船舶(制品)的品质数据17与产品模型15相关联而作为产品模型15的品质管理数据进行储存,能够一体地管理船舶的产品模型15与实际的制品的品质数据17。由此,能够进行实际的制品与品质数据17的对照,还能够进行关于品质的分析和解析,进而能够实现品质管理的提升、品质的改善及服务的提升等。此外,只要将品质管理定量化,就能够排除人作出的主观的判断或随意的判断。

[0513] 此外,通过将根据过程模型16制造的制品的品质数据17与过程模型16相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理过程模型16与实际的工序信息及品质数据17。由此,能够进行关于制造的作业与品质数据17的对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序品质的改善等。此外,能够以时间序列管理品质数据17。

[0514] 此外,通过将根据过程模型16制造的制品的品质数据17与设施模型12相关联而作为品质管理数据进行储存,能够一体地管理设施模型12与实际的制品的品质数据17。由此,能够对工序中的设备和操作员与品质数据17进行对照,还能够实现关于品质的分析和解析、以及工序的改善等。

[0515] 图51是示出统一数据库的构成的图。

[0516] 在过程数据库230中储存的过程模型16表示出制品的制作方法,制作方法与在设施数据库220中储存的设施模型12联动。

[0517] 通过3D扫描仪、膜厚计、数字焊接机、焊道形状测量器、目视及各种传感器等的测量而获取的品质数据17与产品模型15及过程模型16相关联。在品质数据库240中储存有实际的材质、实际的尺寸、实际的板厚、实际的焊道的状态、实际的膜厚、腐蚀情况、实际的管形状、实际的安装状态等品质管理数据。

[0518] 如此,通过以品质模型为核心而与产品模型15、设施模型12、过程模型16相关联,在统一数据库10中除了品质数据库240外还将产品数据库210、设施数据库220、过程数据库230以标准化的数据结构表现(体系化)而加深意义。

[0519] 图52是产品模型与品质数据的类图。

[0520] 品质数据与作为BOM表现的产品模型相联系。换言之,将品质数据与BOM的树结构相关联地进行管理。

[0521] 图52是将品质数据与产品模型的类结构相关联的例子,品质数据与构件、焊接线、

管、舾装品的各类相关联。此外,与类“构件”相关联的品质数据的属性信息是材质、尺寸精度、涂膜等,与类“焊接线”相关联的品质数据的属性信息是焊脚尺寸、焊道形状、内部缺陷等,与类“管”相关联的品质数据的属性信息是材质、安装误差、空气测试结果等,与类“舾装品”相关联的品质数据的属性信息是材质、安装误差、各种试验结果等。

[0522] 此外,在船舶下水后,品质数据获取部251获取试运转时、运航中或者入坞时等的、下水后品质信息,由关联部252与产品模型15相关联,将与产品模型15相关联的品质数据17由数据结构化部253以标准化的数据结构表现(体系化)而设为品质管理数据,品质数据库储存部254将品质管理数据储存在品质数据库240中。在下水后获取的品质数据17例如为以下的1)、2)。

[0523] 1) 损伤、改良工程的信息(损伤部位、损伤内容)。

[0524] 2) 进行定期检查时(每1年)的船壳的磨损状态(锈、涂装的劣化等)的记录管理。

[0525] 通过将试运转时、运航中或者入坞时等的、下水后的下水后品质信息作为船舶的下水后的品质管理数据储存在品质数据库240中,不仅能够进行反映了下水后的损伤、改良工程等信息的关于品质的分析和解析以及制造品质的改善等,还能够进行设计品质、计划品质、使用品质等的改善。另外,运航中的下水后品质信息也能够利用IoT(Internet of Things:物联网)技术进行收集。

[0526] 在下水后品质信息中,能够包含建造过程之后得到的关于建造的修缮信息。作为在建造过程之后得到的关于建造的修缮信息,可例举入坞时等的制品的修缮、改造等。由此,能够进行反映了在制造中途的调试或变更、还有入坞时的修缮等信息的关于品质的分析和解析、还有品质的改善等。

[0527] 储存在品质数据库240中的品质管理数据能够通过储存而作为品质模型进行运用。通过将品质管理数据作为品质模型进行运用,能够实现品质管理的提升及服务的提升、品质的改善等。此外,能够利用品质模型实现设计品质和计划品质、还有使用品质等的改善。

[0528] 另外,船舶的品质数据库的构建方法能够使用船舶的品质数据库的构建程序来执行。

[0529] 在该情况下,船舶的品质数据库的构建程序使计算机250进行由产品模型设定单元20获取的产品模型15、由过程模型设定单元260设定的过程模型16的获取,在测量了品质数据17的情况下,利用品质数据获取部251进行品质数据17的获取,执行步骤S13~步骤S17的处理。通过由程序执行将品质数据17与产品模型15相关联的品质管理数据的储存,能够实现省力化。

[0530] 此外,使计算机250进一步进行由设施模型设定单元30获取的设施模型12的获取,由此能够利用设施模型12的获取使程序执行将品质数据17与设施模型12相关联而进行的品质管理数据的生成。

[0531] 图53是第八实施方式的船舶的品质数据库的构建方法所使用的系统的方框图,图54是第八实施方式的船舶的品质数据库的构建方法的流程图。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0532] 系统具备统一数据库10、第一计算机250A与第二计算机250B,与CAD系统协作。

[0533] 与第一实施方式的船舶的品质数据库的构建方法同样地,统一数据库10具备产品

数据库210、设施数据库220、过程数据库230与品质数据库240,处理与船舶的建造关联的信息。

[0534] 第一计算机250A具备产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型生成单元40A、建造模拟单元40B与过程模型设定单元260。

[0535] 第二计算机250B具备品质数据获取部251、关联部252、数据结构化部253与品质数据库储存部254。

[0536] 在第一计算机250A及第二计算机250B中安装有船舶的品质数据库的构建程序。

[0537] 第一计算机250A经由产品模型设定单元20从产品数据库210获取与船舶的设计相关的产品模型15(产品模型设定步骤S1)。

[0538] 此外,第一计算机250A经由设施模型设定单元30从设施数据库220获取与工厂的设备和操作员相关的设施模型12(设施模型设定步骤S2)。

[0539] 接着,第一计算机250A在过程模型生成单元40A中基于产品模型15与设施模型12,将用于从构成部件建造船舶的组装流程与任务明确化,生成以标准化的数据结构表现的过程模型16(过程模型生成步骤S3)。

[0540] 接下来,第一计算机250A基于生成的过程模型16,在建造模拟单元40B中对船舶的建造进行模拟(模拟步骤S5)。

[0541] 建造模拟单元40B基于由过程模型生成单元40A生成的过程模型16,进行依次计算各时间的建造的进展状况的时间发展系统模拟(3维空间上的时间发展)。

[0542] 在时间发展系统模拟中,以过程模型16为基础,使3维平台上的各设施与产品的位置、占有状况、任务的进度状况发生变化,由此模拟造船中的建造。在模拟中,表现出操作员的详细动作、即要素作业的动作。

[0543] 接下来,第一计算机250A在过程模型设定单元260中将在模拟中使用的过程模型16设定为过程执行单元270应使用的过程模型16(过程模型设定步骤S10)。

[0544] 过程模型设定单元260在设定过程模型16时,判断模拟的结果是否超出期望目标的范围。在未超出初始目标的范围的情况下,设定在模拟中使用的过程模型16。另一方面,在超出初始目标的范围的情况下,不设定过程模型16而是对产品模型15及设施模型12的至少一方进行修正,返回到过程模型生成步骤S3。然后,基于修正后的产品模型15及设施模型12生成过程模型16(过程模型生成步骤S3),再次实施基于该过程模型16的建造模拟(模拟步骤S5)。

[0545] 如此,基于产品模型15与设施模型12利用模拟而生成过程模型16。通过利用模拟自动地生成过程模型16,容易选择最合适的过程模型16。此外,通过反映建造模拟的结果,能够提高用于设定过程模型16的选择和精度等。

[0546] 以后的处理与第七实施方式的船舶的品质数据库的构建方法相同,如下地推进。

[0547] 过程执行单元270根据过程模型16执行建造过程(建造过程执行步骤S11)。

[0548] 接着,通过测量装置或目视等测量与根据过程模型16执行的建造过程相关的品质数据17(品质数据测量步骤S12)。

[0549] 接着,第二计算机250B经由品质数据获取部251获取所测量的品质数据17(品质数据获取步骤S13)。

[0550] 接下来,第二计算机250B在关联部252中,将品质数据17与产品模型15、品质数据

17与过程模型16、及品质数据17与设施模型相关联(关联步骤S14)。

[0551] 接下来,第二计算机250B在数据结构化部253中将与产品模型15、过程模型16及设施模型12相关联的品质数据17以标准化的数据结构表现(体系化)而设为品质管理数据(数据结构化步骤S15)。

[0552] 接着,第二计算机250B向品质数据库储存部254传送品质管理数据(品质管理数据发送步骤S16),并将品质管理数据从品质数据库储存部254发送至品质数据库240(品质管理数据储存步骤S17)。由此,在品质数据库240中储存品质管理数据。

[0553] 此外,在船舶下水后,第二计算机250B经由品质数据获取部251获取试运转时、运行中、或者入坞时等的下水后品质信息,在关联部252中与产品模型15相关联,在数据结构化部253中将与产品模型15相关联的品质数据17以标准化的数据结构表现(体系化)而设为品质管理数据,将品质管理数据从品质数据库储存部254向品质数据库240发送。

[0554] 另外,第一计算机250A与第二计算机250B也能够由一台计算机兼任,还能够将在第一计算机250A中使用的程序与在第二计算机250B中使用的程序设为一系列的程序。

[0555] 图55是船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库的利用方法的说明图。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0556] 系统具备统一数据库10、第一计算机250A、第二计算机250B,与位于不同于其设置场所的其他场所的A工厂、B工厂、C工厂及D公司通过信息通信线路(信息通信网)110连接。另外,D公司虽然不是工厂,但例如是统一管理工厂的总公司、进行协调以共同建造船舶的公司、专门进行船舶的基本设计的公司或者对生产行为进行认证的公司等。此外,A工厂、B工厂、C工厂既可以是进行船舶的建造的各自不同的造船公司的工厂,也可以是一个造船公司在多地的工厂。

[0557] 统一数据库10具有产品数据库210、设施数据库220、过程数据库230与品质数据库240。另外,在图55中以品质数据库240为代表进行图示。

[0558] 第一计算机250A具有产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型生成单元40A、建造模拟单元40B及过程模型设定单元260。

[0559] 第二计算机250B具有产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、获取设定的过程模型16的过程模型获取部255、品质数据获取部251、关联部252、数据结构化部253及品质数据库储存部254。

[0560] 各工厂具有过程执行单元270与品质数据获取部251,并且配置有CAD系统。

[0561] 基本设计信息11从各工厂的CAD系统经由船舶的信息通信线路110被发送至统一数据库10,所设定的产品模型15被储存在产品数据库210中。另外,虽然CAD系统设置于各工厂,但也能够以一个工厂为代表进行设计,还能够由多个工厂分担而设计。

[0562] 此外,在统一数据库10的设施数据库220中,储存有根据设备信息12A与操作员信息12B生成的每个工厂的设施模型12。

[0563] 第一计算机250A在过程模型生成单元40A中生成每个工厂的过程模型16,通过建造模拟单元40B对产品模型15执行每个工厂的时间发展系统的建造模拟。

[0564] 将建造模拟单元40B中的每个工厂的时间发展系统的建造模拟的结果作为建造时间序列信息提供至各工厂或D公司等。由此,能够基于建造模拟的结果使各工厂或D公司等得到工时或制造成本等的预测结果。

[0565] 此外,D公司根据在统一数据库10的品质数据库240中储存的信息,获取下水后的下水后品质信息及修缮信息。由此,能够考虑到下水后的下水后品质信息及修缮信息而制定运航计划和维护计划等。

[0566] 如此,通过在多个工厂中经由信息通信线路110利用统一数据库10,能够降低各工厂中的制造成本并缩短工期。此外,能够有助于统一的品质管理和品质改善、设备和操作员的管理和改善、工序的管理和改善、还有设计管理和改善等。

[0567] 在图55中,采用了分别设置统一数据库10、第一计算机250A及第二计算机250B的方式,但能够任意实施设置在同一场所、由一台计算机兼任功能等。此外,对统一数据库10、第一计算机250A及第二计算机250B的管理既可以是不同的组织或机构的管理,也可以是代表工厂的管理,能够根据管理能力自由地设定。此外,统一数据库10、第一计算机250A及第二计算机250B的运营也能够作为服务业来进行。

[0568] 图56是船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库的其他利用方法的说明图。另外,对于与上述实施方式相同的功能构件标注相同的附图标记并省略说明。

[0569] 系统具备统一数据库10、第一计算机250A、第二计算机250B,与位于不同于其设置场所的其他场所的A工厂、B工厂、C工厂、D公司及X公司通过信息通信线路110连接。

[0570] 统一数据库10具有产品数据库210、设施数据库220、过程数据库230与品质数据库240。另外,在图56中以品质数据库240为代表进行图示。

[0571] 第一计算机250A具有产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型生成单元40A、建造模拟单元40B及过程模型设定单元260。

[0572] 第二计算机250B具有产品模型设定单元20、设施模型设定单元30、过程模型获取部255、品质数据获取部251、关联部252、数据结构化部253及品质数据库储存部254。

[0573] 各工厂中,A工厂具有过程执行单元270与品质数据获取部251,并且配置有CAD系统。

[0574] 在品质数据库240中储存有A工厂、B工厂、C工厂及D公司的品质管理数据。每个工厂的品质数据库240通过屏障280限制访问,为了使各工厂等的储存在数据库中的品质管理数据供该工厂等的所属者以外的外人进行阅览,需要在各工厂的许可的基础上输入ID及密码等规定的条件。如此,利用规定条件的输入而使外人能够阅览多个每个工厂的品质数据库240,在协作进行船舶的建造的情况下或者向设计公司委托设计的情况下等,能够适当地管理由外人进行的品质管理数据的阅览。此外,即使对于同一工厂,也能够根据品质管理数据的机密程度,仅供被许可的所属者阅览。

[0575] 另外,统一数据库10也可以不特别设置服务器,而是使A工厂、B工厂、C工厂及D公司的计算机相联合发挥作用而构建统一数据库10。

[0576] X公司进行与船舶的建造相关的应用程序的开发和信息提供服务。X公司使用储存在统一数据库10的品质数据库240中的品质管理数据,生成与船舶的建造关联的利用品质信息,提供至造船公司和船主等。由此,与船舶的建造相关的工厂和设计部门、管理部门、还有船主等能够通过利用品质信息进行与建造关联的品质的确认等。

[0577] 优选生成检查报告、技能测定结果、品质指数及焊接品质管理信息中的至少任一个作为利用品质信息。由此,与船舶的建造相关的工厂和设计部门、管理部门、还有船主等能够更详细地确认品质。此外,工厂的责任人或管理部门等能够客观地掌握操作员的技术、

技能等级、擅长/不擅长等。

[0578] 此外,优选生成改善与船舶的建造关联的品质的品质改善信息作为利用品质信息。由此,品质改善信息的被提供者基于所生成的品质改善信息,不仅能够进行制品、设备、人员配置、或者维护的改革等对制造品质的改善,而且还能够进行对设计品质、计划品质、使用品质等的准确的品质改善。

[0579] 此外,作为利用品质信息,优选生成从船舶的建造开始包含下水后的长时间的长期品质信息。由此,长期品质信息的被提供者能够基于所生成的长期品质信息适当地计划对维护的时期和内容、还有制造品质、设计品质、计划品质、使用品质等的改善。

[0580] 此外,X公司所开发的应用程序或所生成的利用品质信息能够经由信息通信网70提供至包括A工厂、B工厂、C工厂及D公司在内的订购方或委托方等。

[0581] 图57是示出船舶的品质数据库的构建方法中的统一数据库与各应用程序的整体构成的图。

[0582] 在统一数据库10中,连接并运用如下应用程序:检查报告生成应用程序,生成检查报告;品质指数计算与显示应用程序,计算品质指数并进行显示;技能测定应用程序,测定操作员的技能并显示技能测定结果;品质改善提案应用程序,生成品质改善信息;最佳维护提案应用程序,生成最佳的维护的周期和内容等;焊接品质管理应用程序,生成焊接品质管理信息;涂装品质管理应用程序,生成涂装品质管理信息;及建造模拟应用程序,进行建造模拟。

[0583] 与品质管理相关的这些各应用程序从统一数据库10中对所需数据进行参照或者输入输出。

[0584] 读入统一数据库10中的并非品质基准(品质的阈值),而是仅为例如板厚、材质、分块的尺寸、焊接的焊脚尺寸、有无缺陷、涂装的膜厚等用于在品质判定中使用的关于产品的状态的数据。对这些数据判定是否满足各公司的品质基准,由焊接品质管理应用程序或涂装品质管理应用程序等与统一数据库10连接的应用程序侧针对各公司所设定的品质基准发出警报。

[0585] 例如能够如下利用统一数据库10与各应用程序。

[0586] 利用品质管理数据而通过产品、过程及品质这三点的集来管理数据,因此通过聚集(clustering)等统计处理方法或者使用了机器学习的类似检索AI等,能够构建提取成为品质不良的原因的施工而实现施工或施工方法的改善的施工方法改善体制,以便对于特别容易产生品质上的问题的造船过程分析其发生模式,进行对下一号船的建造或新设计船的开发警告或者品质上的危险预测。

[0587] 此外,能够构建根据个别制品的品质(例如,分块等的尺寸误差)而对每个该制品个体输出最佳化的作业流程的作业流程的输出系统。例如,通过将前工序的分块的尺寸误差量化,并据此实时地输出后续工序中的该分块(个体)固有的生产指令,从而能够进行品质的记录并且能够利用与该个体对应的最佳生产指令而提高品质。

[0588] 此外,由于能够将操作员与作业内容与品质相关联(联系),因此能够构建根据品质判定操作员的技术和特性(擅长不擅长等)的操作员的技术判定系统。

[0589] 此外,能够构建最佳维护服务,如利用传感器等始终监测下水后的船舶的品质的状态,在产生品质上的问题时发出警告,或者预测低于品质上的阈值的时期并提示维护的

最佳的时期及内容等。另外,现状为,下水后的船舶按照由规则决定的期间与检查项目接受定期检查。由于根据船舶的运航者的维护情况而定期检查中的检查期间或长或短,因此通过运用最佳维护服务,预计对良好地维持船舶状态发挥激励效果。此外,由于预测维护的最佳的时期及内容的预测技术需要较高的技术水平,因此只能由该制品(船舶)的设计者实施。因此,能够使造船厂实现新的事业,如由造船厂运航船舶并在每次航海中借出船舶,或者造船厂自身成为航运从业者等。

[0590] 此外,在获取船舶的运航状态数据,将所获取的运航状态数据与产品模型15及品质数据17相关联,并储存至设置于统一数据库10的数据库中的情况下,由于产品模型15与运航状态数据与品质数据17在统一数据库10上相联系,因此能够针对特别容易产生品质的不良情况的部位分析产生该不良情况的模式,对于类似的部位或状况向运航者进行警告。此外,能够使其发展而在造船厂侧构建每个单独船舶的合理的设计体制。例如,虽然在现下的船舶设计中包含相当程度的安全率,但通过进行包括运航条件在内的品质数据17的管理,还能够对每个单独船舶设定最佳的安全率,或者无需安全率的设定。

[0591] 图58是示出由焊接品质管理应用程序利用品质管理数据的图。

[0592] 在统一数据库10的数据结构中,新定义的品质管理用焊接线类与产品模型15的焊接线类及过程模型16的焊接作业类相关联。

[0593] 在图58的右侧,作为测量实际的制品的焊接部位的测量部的例子而例举数字焊接机、照相机、目视、伦琴检查、超声波检查等。焊接品质管理应用程序对由焊接机、图像数据、各种检查(伦琴检查、超声波检查)、目视确认等得到的品质数据17进行处理,生成焊接品质管理信息作为品质管理数据,记录在统一数据库10中。

[0594] 此外,焊接品质管理应用程序按照预先决定的检查报告的项目汇总检查报告。

[0595] 焊接品质管理应用程序所生成的检查报告由监工(船的订货者)或船级检查员在线进行检查、核准。

[0596] 另外,此处示出了由焊接品质管理应用程序进行测量而得的品质数据17的解析和检查报告的生成双方的例子,但可以存在各种各样的应用程序的样态,如通过各自不同的应用程序进行品质数据17的解析与检查报告的生成等。

[0597] 图59是示出由涂装品质管理应用程序利用品质管理数据的图。

[0598] 在统一数据库10的数据结构中,新定义的品质管理用涂装面类与产品模型15的部件类及过程模型16的涂装作业类相关联。

[0599] 在图59的右侧,作为测量实际的制品的涂装部位的测量部的例子而例举传感器、涂装枪、照相机、膜厚计、手动输入。涂装品质管理应用程序从涂装枪、各种传感器、膜厚计及图像数据等获取关于涂装作业的品质数据17,对这些品质数据17进行处理,生成涂装品质管理信息作为品质管理数据,记录在统一数据库10中。

[0600] 此外,涂装品质管理应用程序按照预先决定的检查报告的项目汇总检查报告。

[0601] 涂装品质管理应用程序所生成的检查报告由监工(船的订货者)或船级检查员在线进行检查、核准。

[0602] 另外,此处示出了由涂装品质管理应用程序进行测量而得的品质数据17的解析和检查报告的生成双方的例子,但可以存在各种各样的应用程序的样态,如通过各自不同的应用程序进行品质数据17的解析与检查报告的生成等。

[0603] 优选为,在焊接品质管理应用程序或涂装品质管理应用程序等在造船过程中的焊接工序或涂装工序等中检测到品质异常时,立即向现场的管理者或操作员等通知检测到异常这一内容。由此,能够构建在该工序中消除品质不良(在品质不良的状态下不转移至后续工序)的体制。

[0604] 实施例

[0605] 对将造船工厂模型作为输入数据的实施例进行说明。在下表15中示出在模拟时设定的操作员的移动速度、起重机的移动速度及焊接作业的每单位长度的速度的设定值。另外,在此统一设定这些值,但也能够针对每个任务(例如,根据焊接姿势)进行定义。

[0606] [表15]

属性名	设定值
操作员的移动速度	1.0m/s (利用起重机时,配合起重机速度)
起重机的移动速度	0.5m/s
预焊接作业的每单位长度的速度	0.2m/s
主焊接作业的每单位长度的速度	0.02m/s

[0607] 预焊接原本应该如点焊那样以断断续续的焊接线表现,但在本实施例中,为了简单而并用主焊接中利用的焊接线路径(多段线),通过改变每单位长度的焊接速度来表现作业的差异。此外,在本实施例中设定的组装情景中的焊接作业仅为横角焊而不产生仰焊。

[0609] 3DCAD模型的文件采用了能够向Unity(注册商标)导入的通用的中间文件格式即OBJ格式(Wavefront Technologies公司)。

[0610] (案例1)

[0611] 图60是案例1的组装情景中的模拟的计算结果的甘特图表。纵轴的名称表示各设施与产品(完成部件、中间部件、构成部件),横轴示出时间(s)。竖线的水平柱表示配材任务所占有的时间,横线的水平柱表示预焊接任务所占有的时间,斜线的水平柱表示主焊接任务所占有的时间。该甘特图表也可以说是将基于过程模型进行时间发展系统模拟而得的时间序列信息与产品模型和设施模型的信息一起相关联而表现的图表。

[0612] 在案例1的情景中,对于5片板模型,由1名铁工职务与1名焊接职务共计2名操作员进行组装作业。确定的各操作员的调度如表7所示。表7的第2行的操作员1为铁工职务,第2行的操作员2为焊接职务。各操作员按照表7所记载的顺序实施任务。

[0613] 根据基于该情景由船舶的建造模拟系统计算出的甘特图表即图60可知,由纵线的水平柱所示的各板P1~P5的配材所花费的时间约为370秒。该时间相当于略少于整体的约4分之1。该配材所花费的时间是无法由以往的根据焊接长度进行计算的方法直接计算的时间,相当于附属作业。此外,只要配材与预焊接任务不结束操作员2就无法开始作业,因此等待480秒左右。之后,操作员1需要等待任务直到操作员2完成中间部件U2为止,从1100秒附近开始执行预焊接任务而结束。

[0614] 这样,可通过船舶的建造模拟系统计算出仅通过以往的计算方法无法计算的各任

务所需的时间,再现根据任务的进展程度而产生等待时间的状况。

[0615] (案例2)

[0616] 图61是案例2的组装情景中的模拟的计算结果的甘特图表。纵轴的名称表示各设施与产品(完成部件、中间部件、构成部件),横轴示出时间(s)。竖线的水平柱表示配材任务所占有的时间,横线的水平柱表示预焊接任务所占有的时间,斜线的水平柱表示主焊接任务所占有的时间。此外,图62是案例2中的模拟的3维外观图。

[0617] 在案例2中,与案例1同样以5片板模型为对象,设定增员为2名铁工职务(操作员1、3)与2名焊接职务(操作员2、4)共计4名操作员的情景。与之相应地,追加2台焊接机。各操作员的调度如下表16所示。

[0618] [表16]

负责人	负责任务与执行顺序
操作员1	配材0, 配材2, 配材4, 预焊接0, 预焊接1, 配材5, 预焊接3
操作员2	主焊接0, 主焊接3
操作员3	配材3, 配材1, 预焊接2, 配材6, 预焊接4
操作员4	主焊接1, 主焊接2, 主焊接4

[0620] 根据基于该情景由模拟器计算出的甘特图表即图61可知,各板P1~P5的配材所花费的时间约为400秒,比案例1长。其主要原因在于,由于操作员1与操作员3共同使用1台起重机,因此需要多余的步行时间。关于预焊接的时间,同样由于共同使用1台起重机而比案例1长。中间部件U1与完成部件SUB1的主焊接分别由2名并行地对2根焊接线实施,因此与案例1相比时间缩短。另一方面,关于从开始到结束为止的总工期,虽然人数为案件1的2倍,但总工期并未成为一半,结果为其差仅是通过中间部件U1与完成部件SUB1的主焊接时间的缩短带来的150秒左右。

[0621] 如此,能够对在以往的对效率这样的考量中无法研究的内容进行研究,定量上的差和其根据变得明确。

[0622] 此外,如图62所示,还能够直接确认各模型的3维对象的位置发生了变更的状况。

[0623] 工业实用性

[0624] 本发明能够精度良好地模拟在制造时的物品的流动与操作员的动作不固定而是需要根据状况进行细致的作业的判断的船舶的建造,将其结果用于成本预测、生产设计、建造计划的制定及改善、设备投资、生产现场的分析、难点的解释等与建造相关的多种用途中。

[0625] 此外,本发明能够用于船舶的建造所涉及的溯源。此外,通过用于船舶的品质指数,能够对船舶的品质进行定量化。进而,能够有助于改善船舶的品质。高品质的船舶无论是新造还是半旧都能够以高价进行销售,因此也能够在品质评级服务中发展。

[0626] 例如,在尺寸精度的情况下,在JSQS(Japanese Shipbuilding Quality Standard:日本造船质量标准)中,设置有“该分块应在精度误差几毫米以内制造”的基准,造船厂按照该基准进行生产。但是,只要在基准范围内,则以精度误差0mm制造也好,以精度

误差5mm制造也好,并不会作为品质而公开化。因此,例如,通过测量所有分块的所有拼接部的尺寸精度而数据化,生成将1艘该船舶的尺寸精度的状态数值化的指数,能够对以精度误差0mm制造的船舶与以精度误差5mm制造的船舶加以区别。在该情况下,作为该尺寸精度指数,使用相当于平均尺寸误差与尺寸误差的标准偏差(离散)的指标。对于焊接、涂装等也同样,在现状中,将作为检查部位抽样式的定量检查设为总量检查,将基于该检查结果的状态定量化,以指标形式数值化。此外,由于目前未采用品质的记录,或者即使采用记录也没有以能够进行管理的状态数据化,因此船主所派遣的监工员等不得不对造船现场进行监工,但利用本发明,能够构建基于品质管理数据的检查、不依赖于监工员的造船品质管理体制。由此,由于监工员等不前往现场也能够确认质量,因此即使在COVID-19等传染病流行而成为要求克制外出的状况的情况下,也能够通过远程办公等进行对应。此外,通过将品质管理定量化,能够避免监工员等作出的主观或者随意的判断。另外,也能够使AI担任监工员的角色。

[0627] 以上,对本发明的优选的实施方式及实施例进行了说明,但本发明并不限于此,理所当然地能够在权利要求书、发明的详细说明及附图的范围内进行各种变形而实施,这些也属于本发明的范围。

[0628] 此外,本发明也能够向与船舶同样的类比成立的浮体、海上风力发电设备、水下航行器、海洋结构物等其他制品或者建筑业等其他产业中发展。在应用于这些的情况下,能够将权利要求中的船舶替换为以其他制品或其他产业为对象的语言来进行阐明。

[0629] 附图标记说明

[0630] 10统一数据库

[0631] 11基本设计信息

[0632] 12设施模型

[0633] 13既往船的过程数据

[0634] 14规则信息

[0635] 15产品模型

[0636] 16过程模型

[0637] 17品质数据

[0638] 20产品模型设定单元

[0639] 30设施模型设定单元

[0640] 40A过程模型生成单元

[0641] 40B建造模拟单元

[0642] 41调度信息

[0643] 42工厂布置信息

[0644] 50时间序列信息化单元

[0645] 51建造时间序列信息

[0646] 60信息提供单元

[0647] 70过程模型储存单元

[0648] 240品质数据库

[0649] S1产品模型设定步骤

- [0650] S2设施模型设定步骤
- [0651] S3过程模型生成步骤
- [0652] S4过程模型储存步骤
- [0653] S5模拟步骤
- [0654] S6时间序列信息化步骤
- [0655] S7信息提供步骤
- [0656] S8验证步骤
- [0657] S9模型修正步骤。

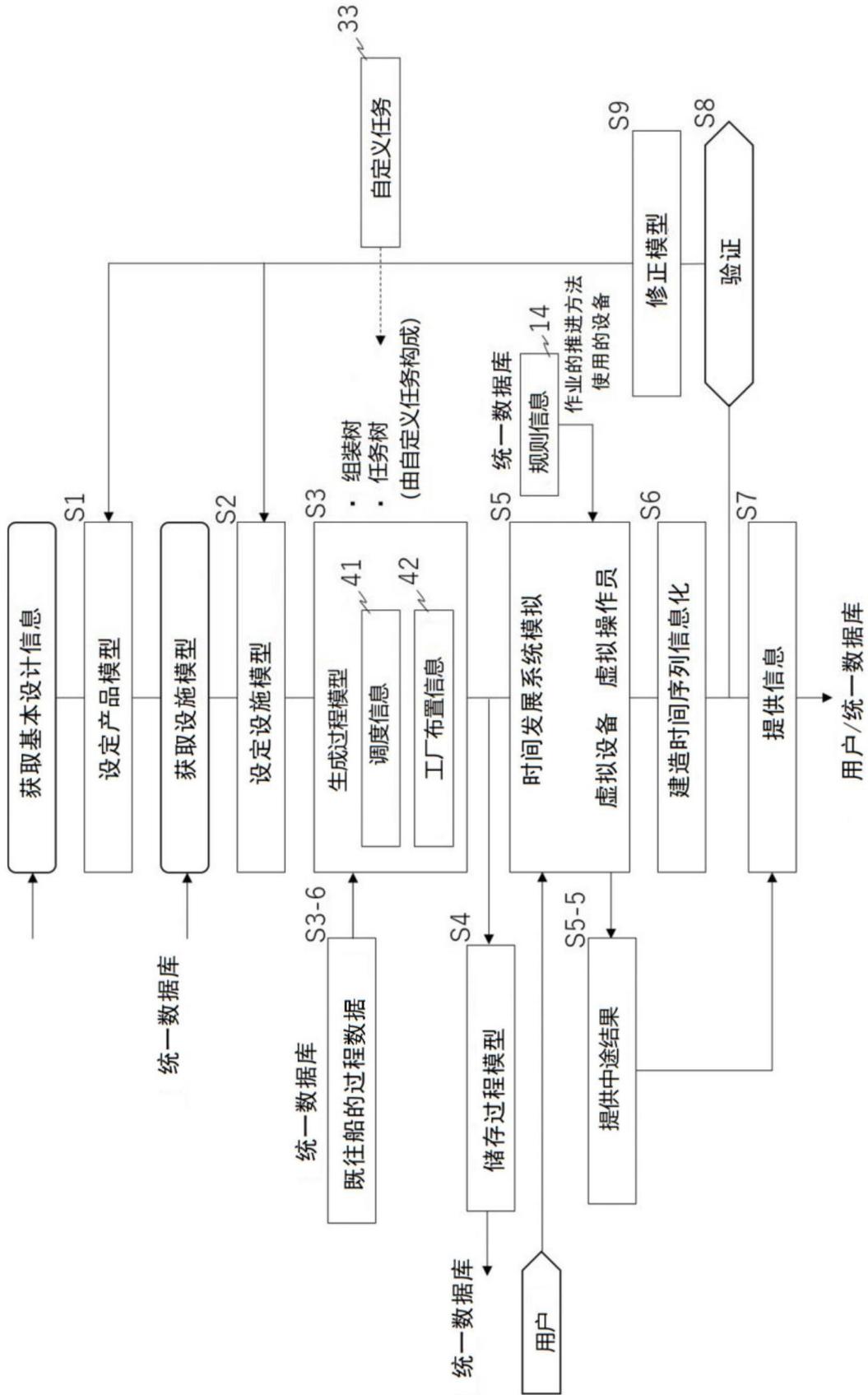
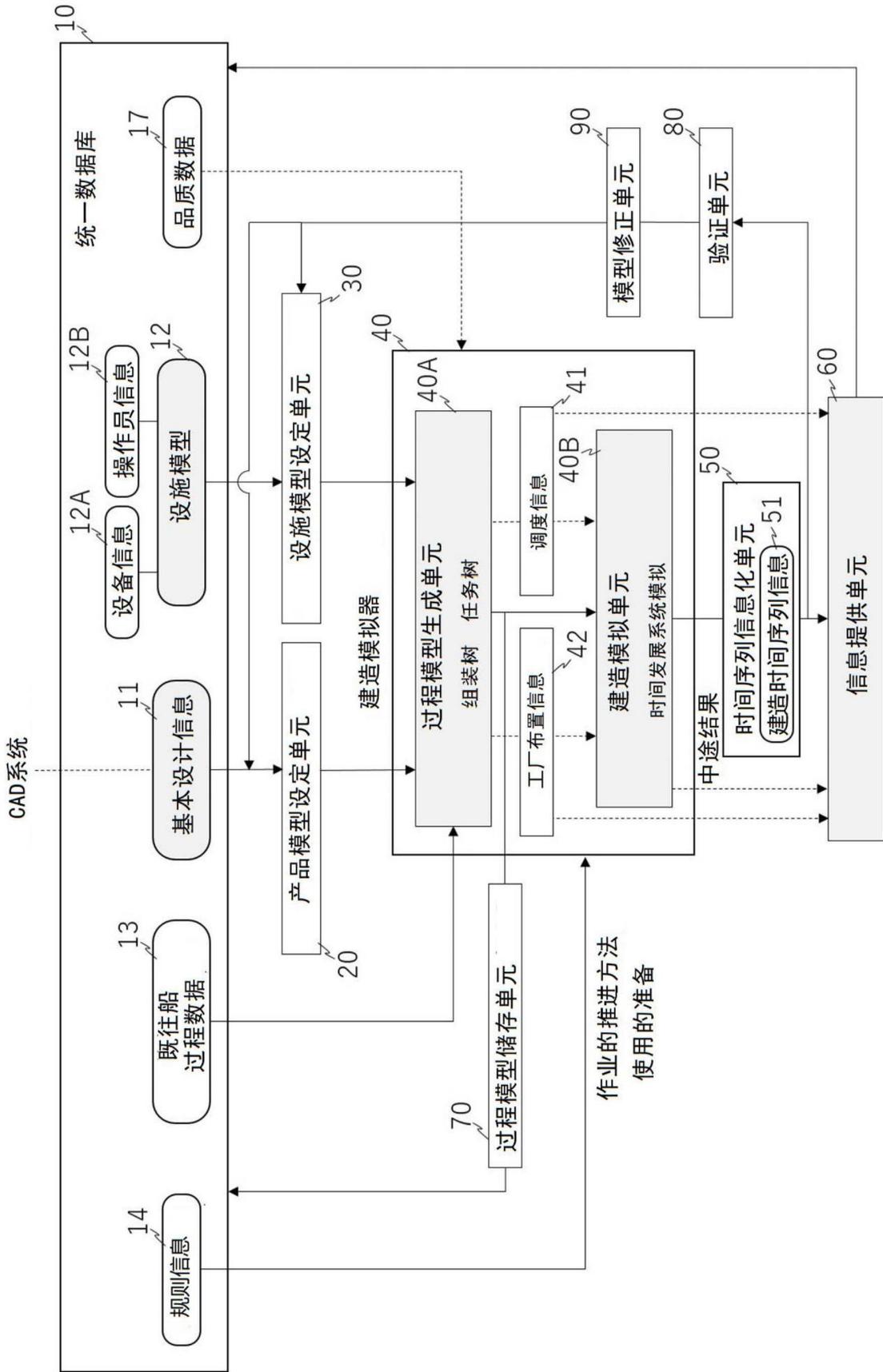


图1



甘特图表、作业分解构成图、作业流程图、工时、动作路线

图2

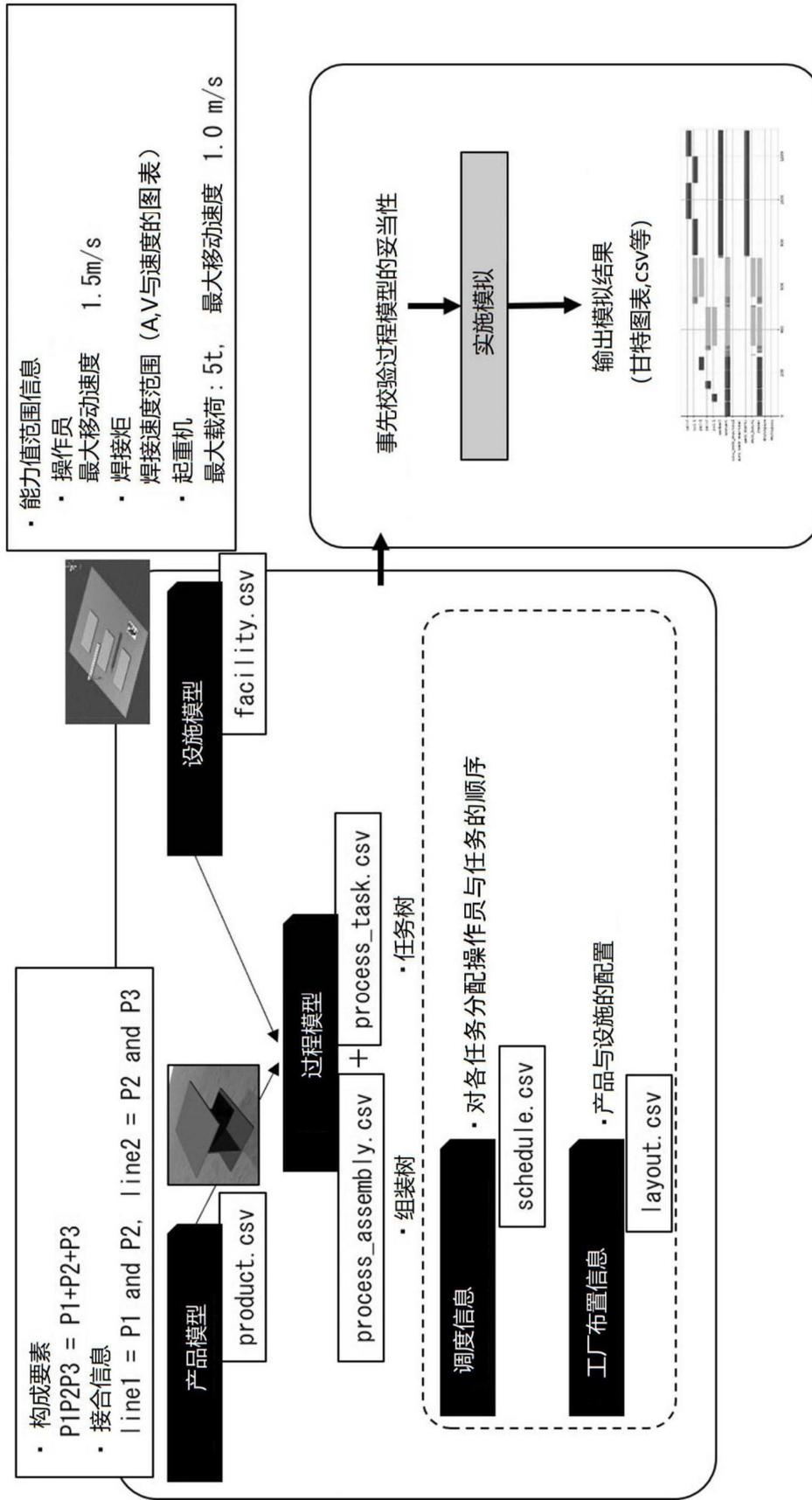


图3

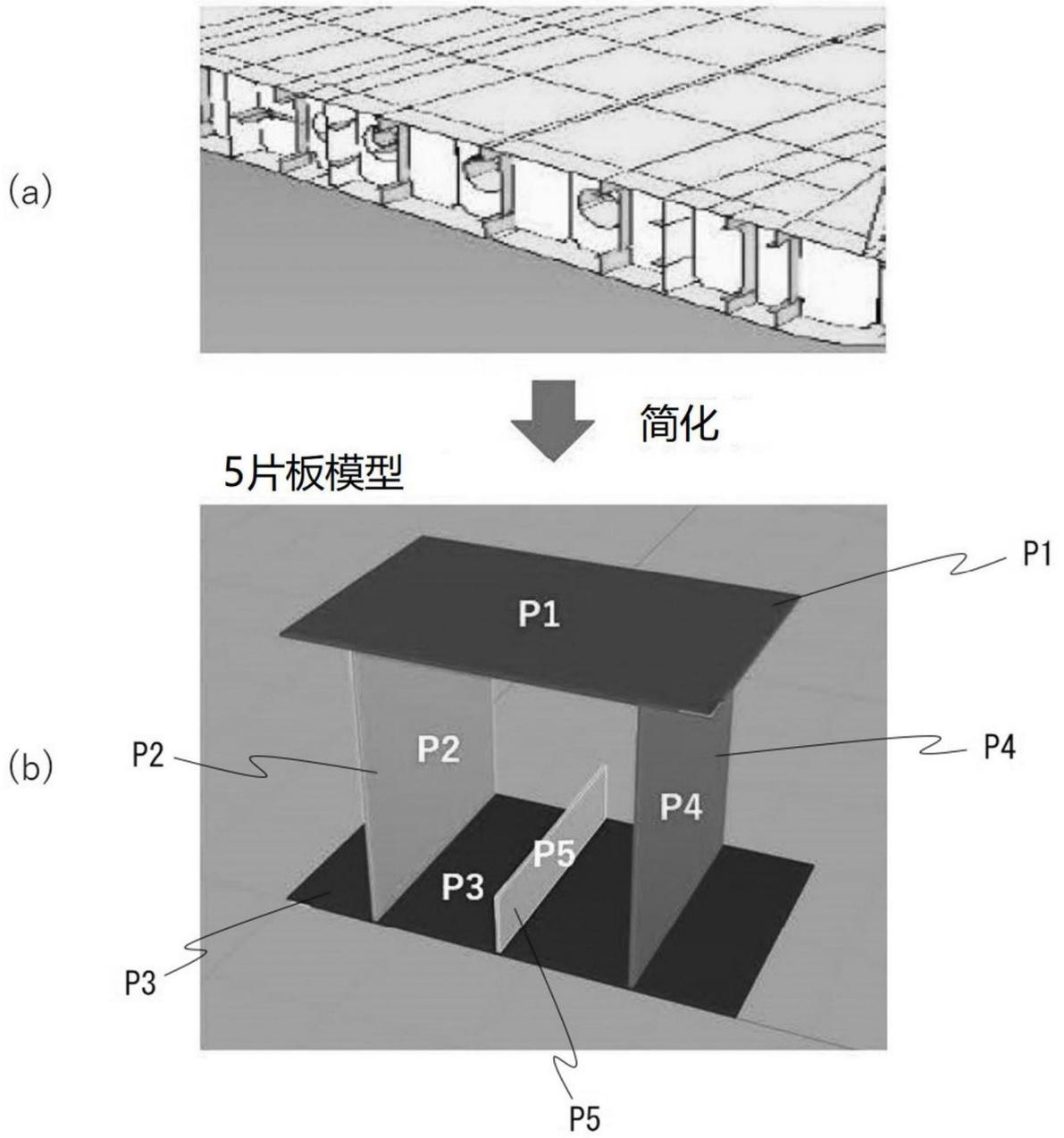


图4

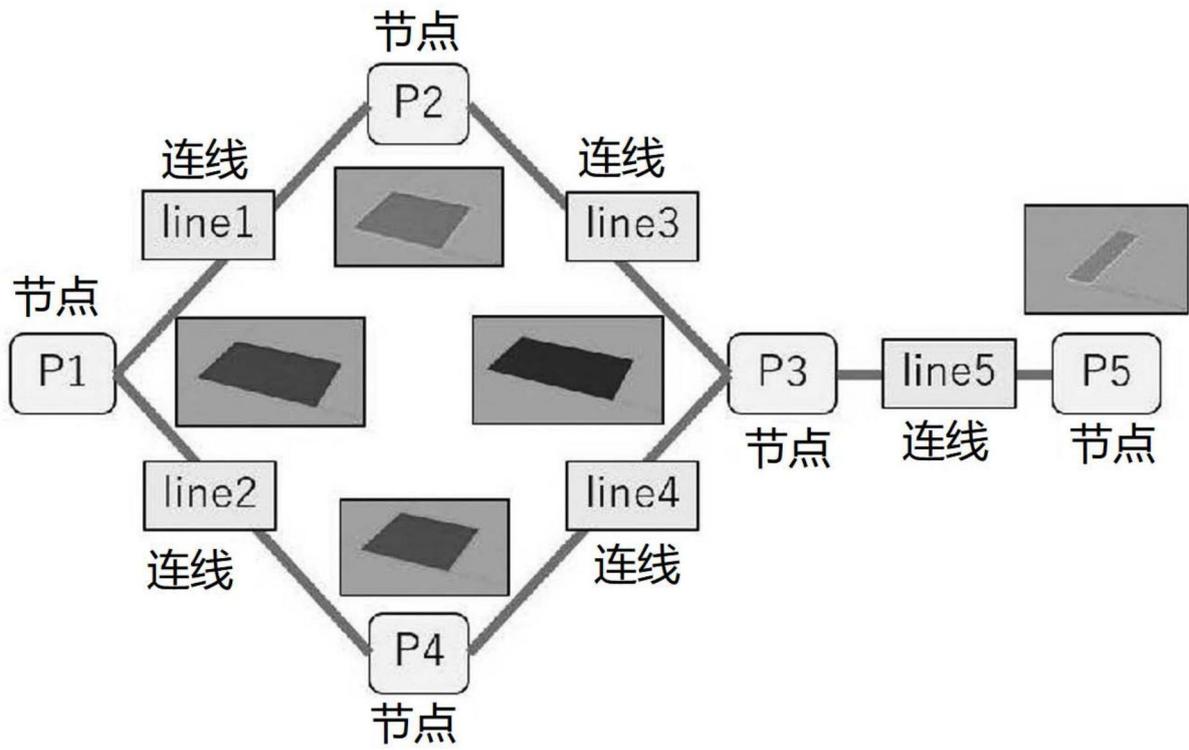


图5

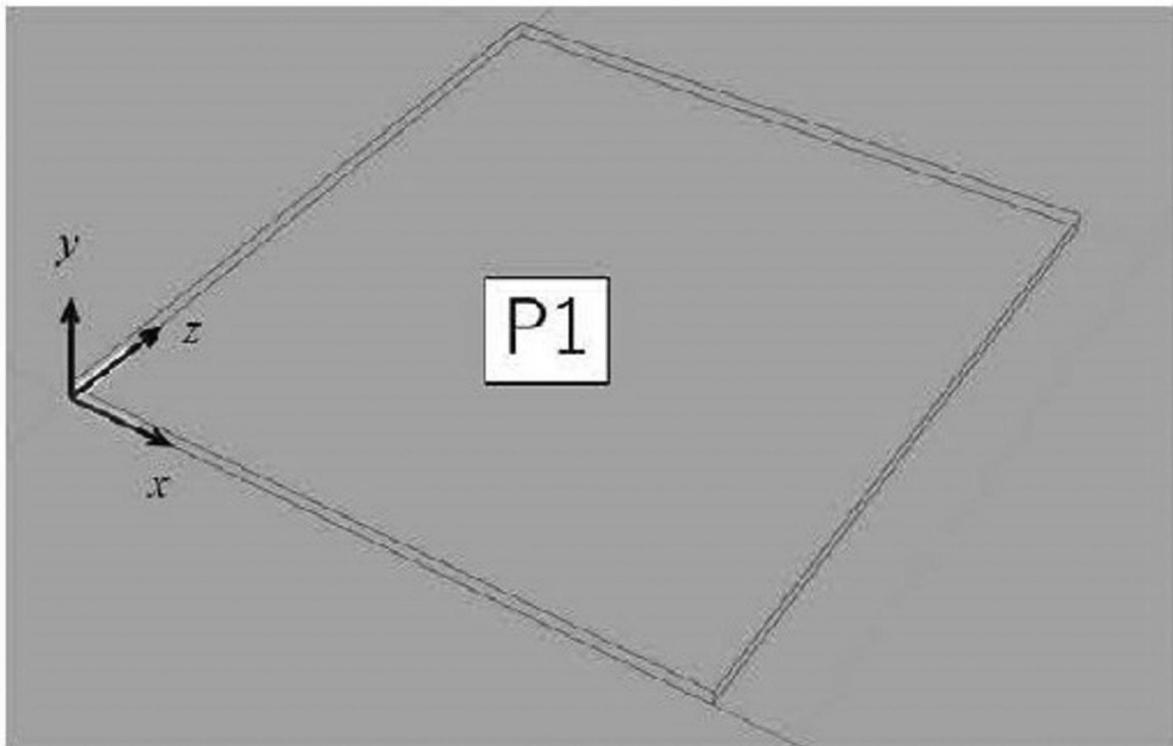


图6

product.csv

ID	name	parent	type	Node1	Node2	data
p1	P1	P1P2P3	Node	-	-	resources/P1.obj: 完成形状中的坐标变换信息 (3点数据, vo, vx, vz) , 重量, ...
p2	P2	P1P2P3	Node	-	-	resources/P2.obj: 完成形状中的坐标变换信息 (3点数据, vo, vx, vz) , 重量, ...
p3	P3	P1P2P3	Node	-	-	resources/P3.obj: 完成形状中的坐标变换信息 (3点数据, vo, vx, vz) , 重量, ...
l1	line1	P1P2P3	Edge	P1	P2	resources/line1.txt (接合线数据)
l2	line2	P1P2P3	Edge	P2	P3	resources/line2.txt (接合线数据)

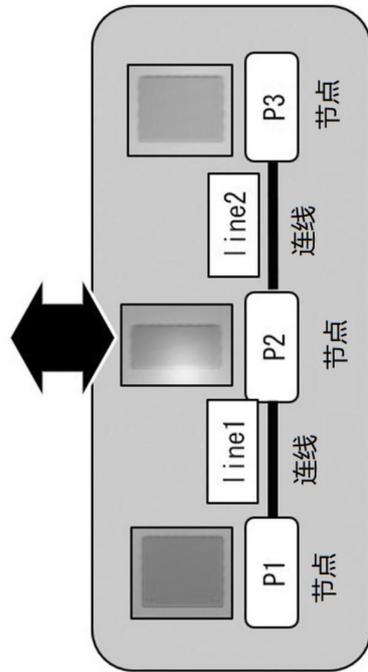
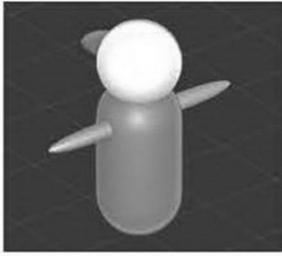
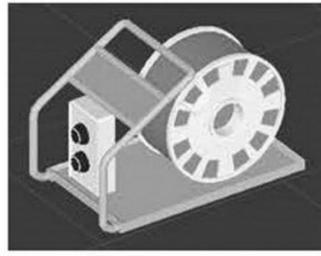


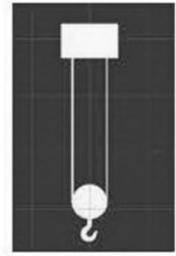
图7



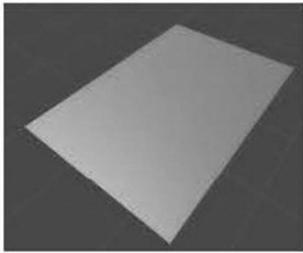
(a)



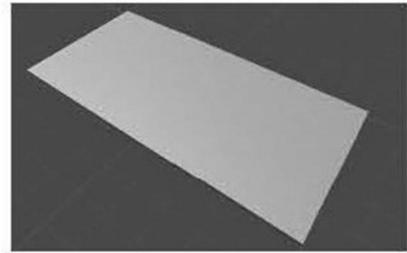
(b)



(c)



(d)



(e)

图8

facility.csv

ID	name	type	model_file_path	ability
f1	操作员1 (铁工)	操作员	Resources/worker.obj	1.5m/s (最大步行速度) (能用手搬起的最大载荷, ...)
f2	操作员2 (焊接)	操作员	Resources/worker.obj	1.5m/s (最大步行速度) (能用手搬起的最大载荷, ...)
f3	起重机1	起重机	Resources/crane_v2.obj	0.5m/s (最大移动速度)
f4	焊接机1	焊接机	Resources/welding_machine.obj	(额定载荷, 额定速度 (横行、行驶、卷起、旋转), 跨度, 起吊高度, ...)
f5	焊接机2	焊接机	Resources/welding_machine.obj	(最大移动速度, 焊接速度范围 (A,V与速度的图表), ...)
f6	地板	地板	Resources/Floor.obj	(最大移动速度, 焊接速度范围 (A,V与速度的图表), ...)
f7	平台1	平台	Resources/Surface_plate1.obj	
f8	平台2	平台	Resources/Surface_plate2.obj	
f9	平台3	平台	Resources/Surface_plate3.obj	
f10	平台4	平台	Resources/Surface_plate4.obj	

图9

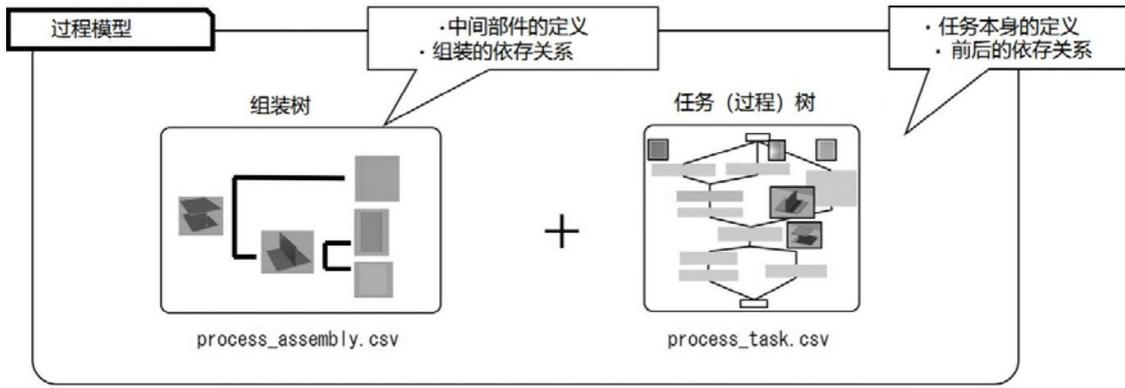


图10

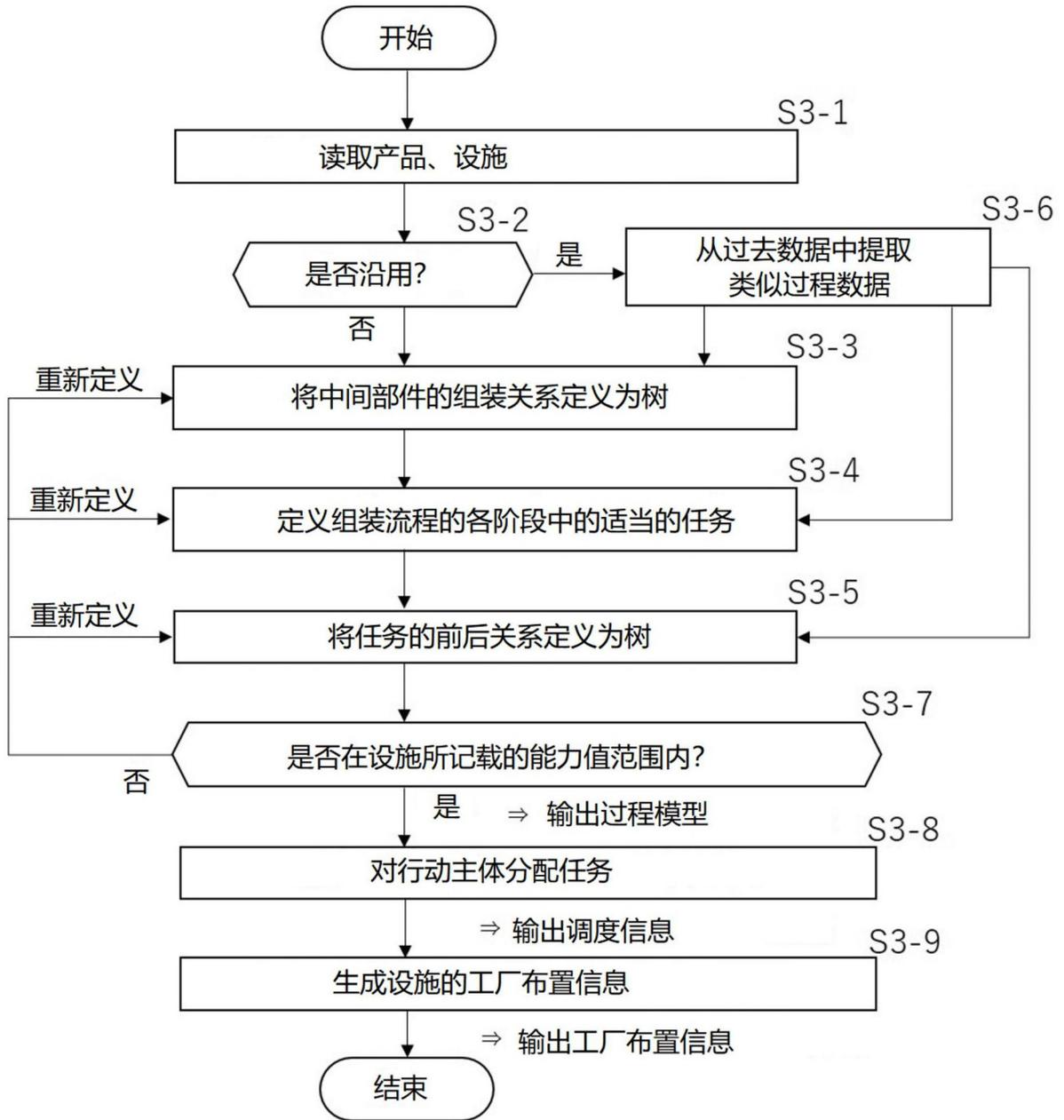


图11

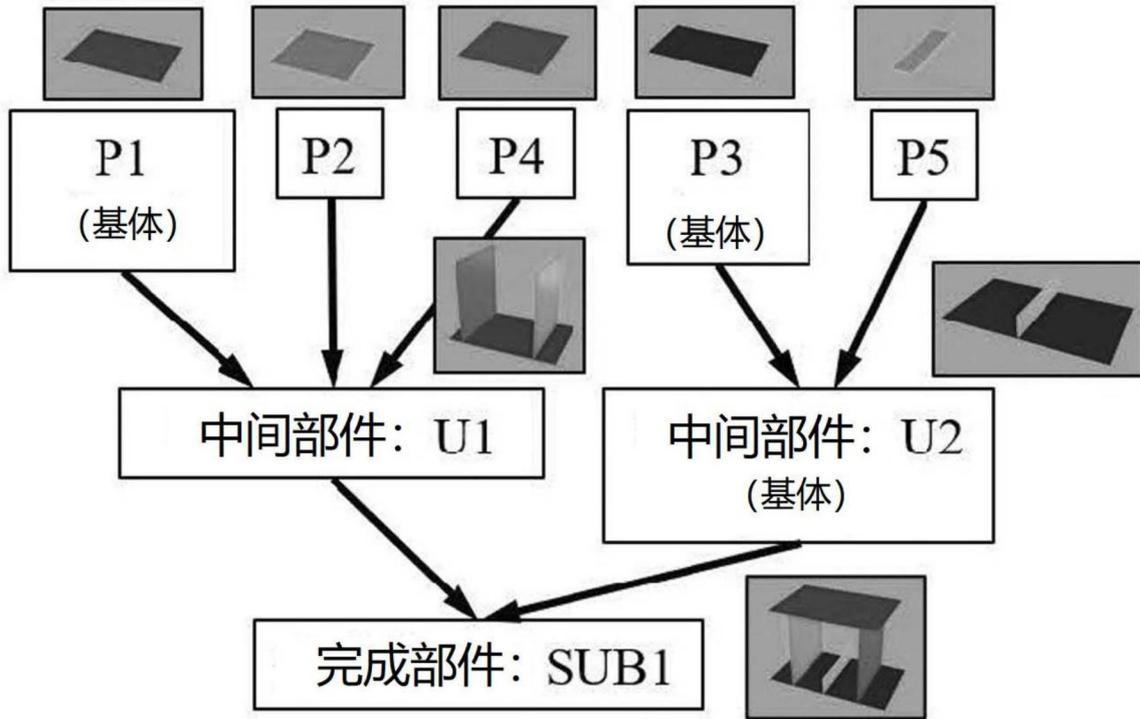


图12

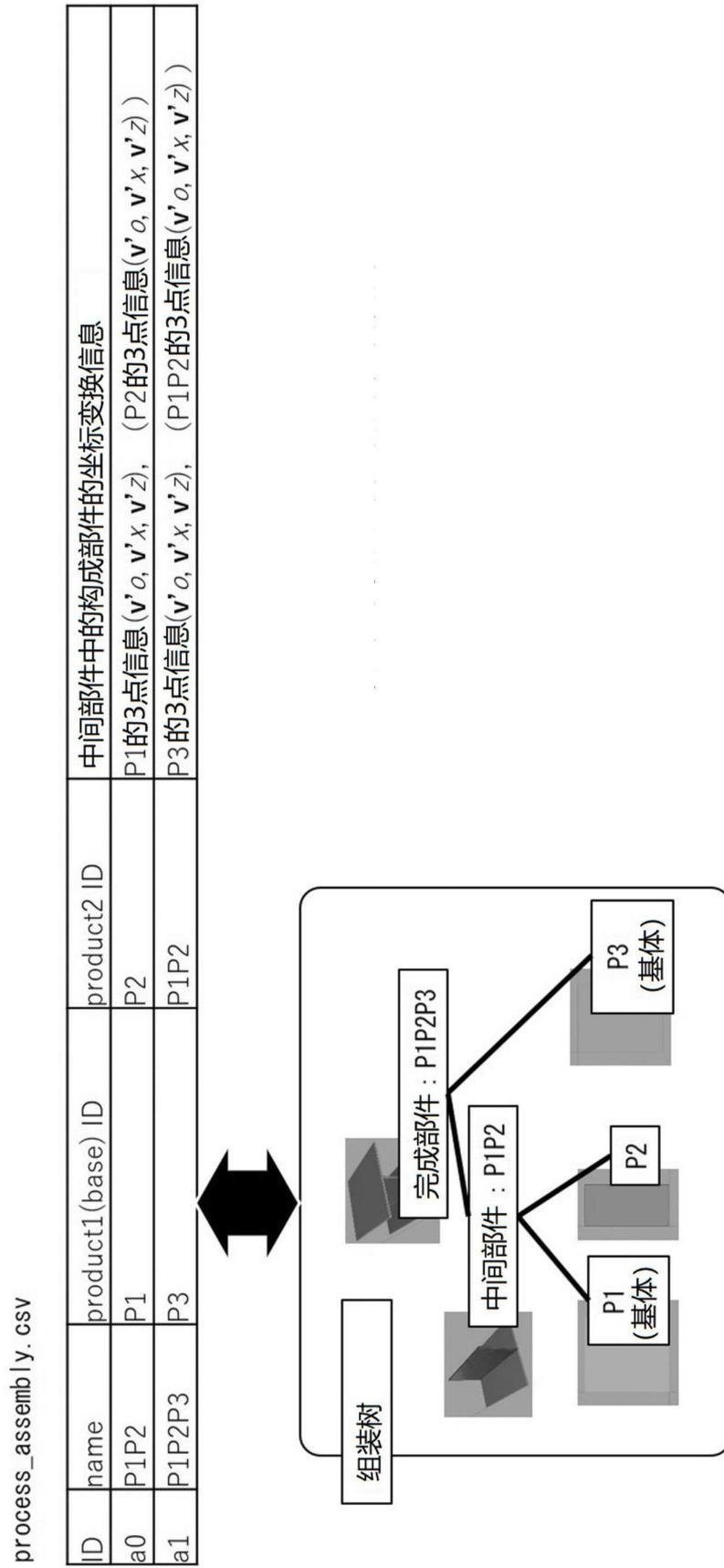


图13

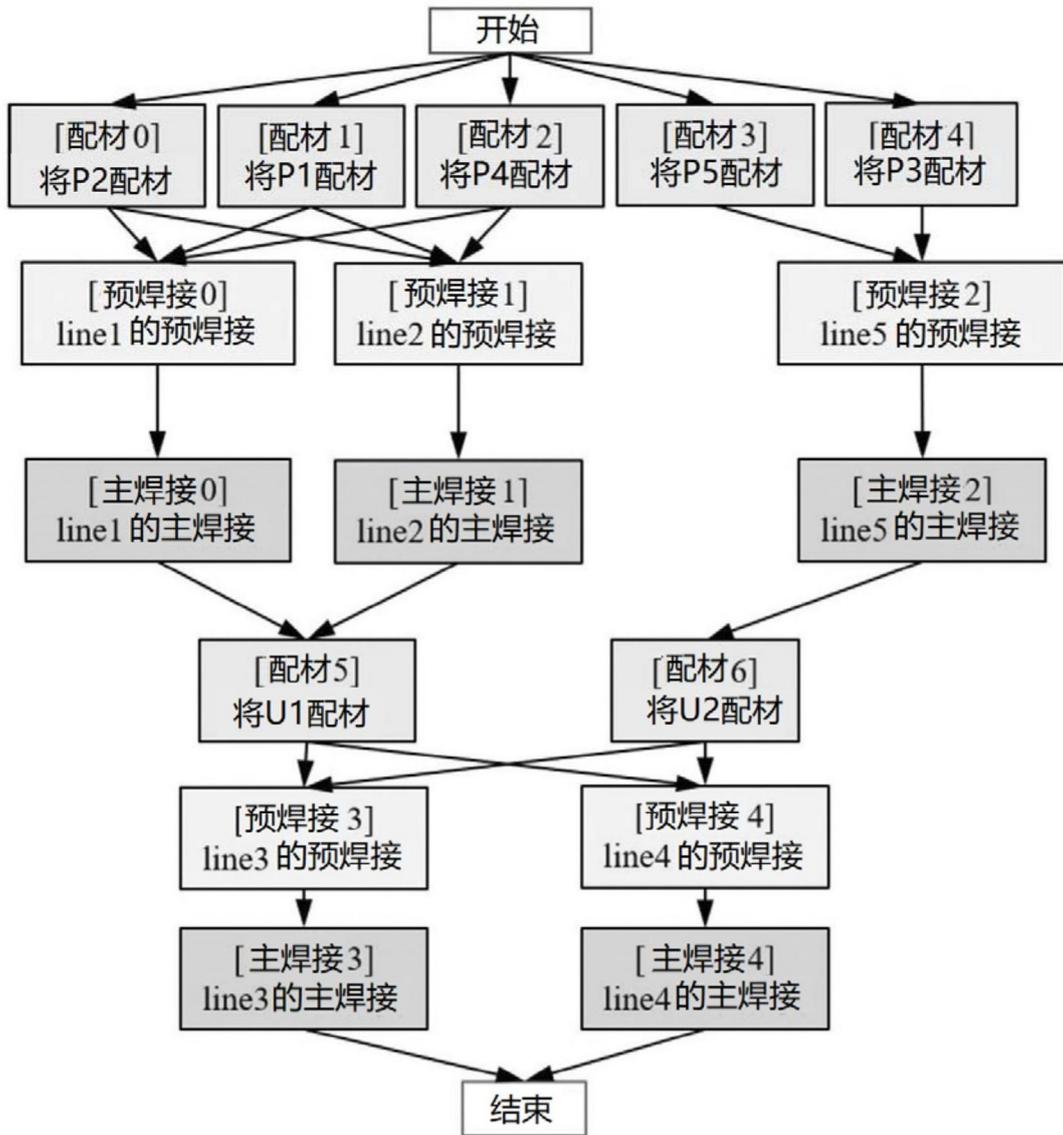


图14

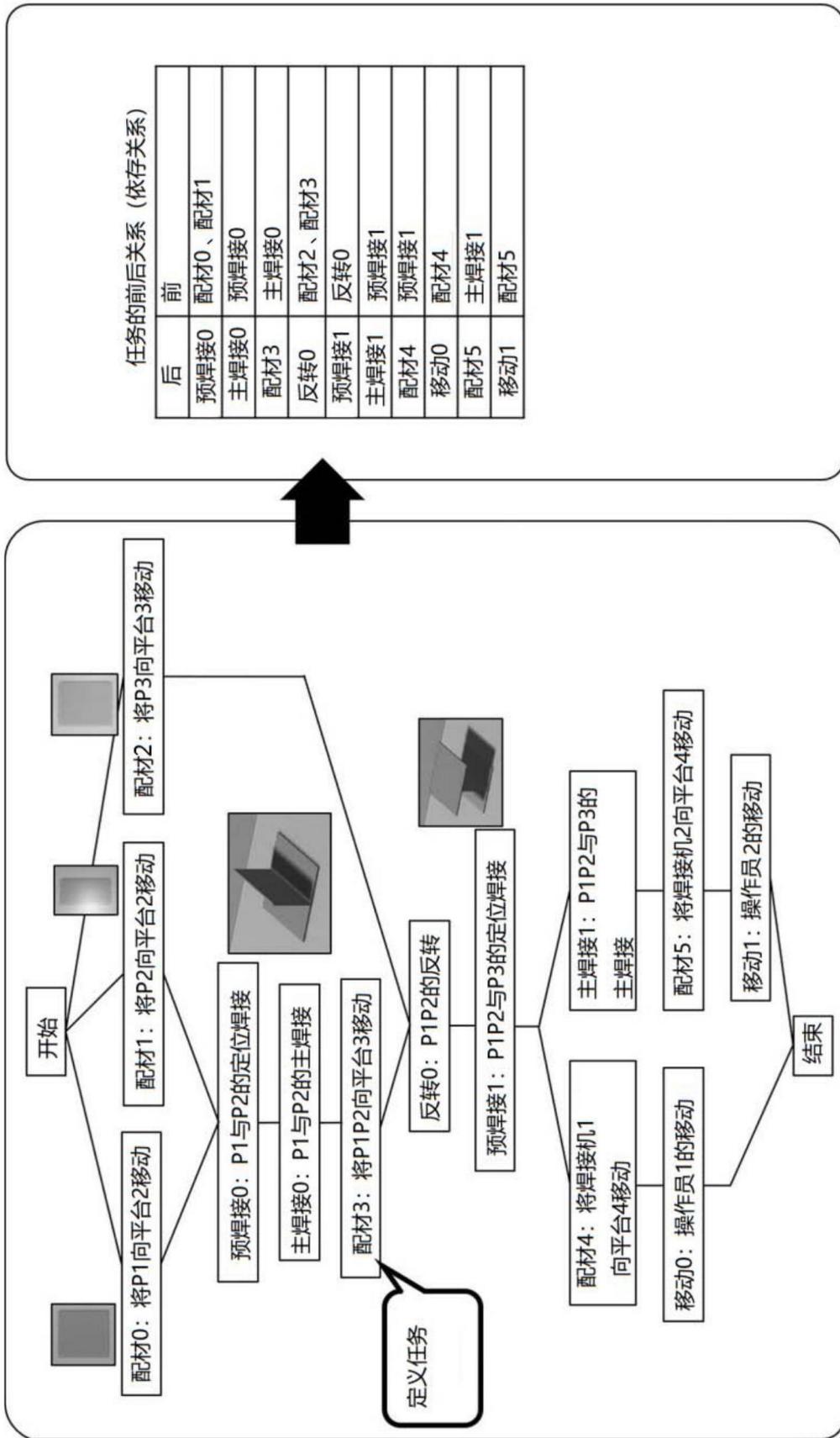


图15

Process\_task.csv

ID	name	task type	product ID	facility ID	conditions ID	task data
t1	配材 0	配材	P1	起重机1		平台2, (8, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t2	配材 1	配材	P2	起重机1		平台2, (4, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t3	配材 2	配材	P3	起重机1		平台3, (2, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t4	配材 3	配材	P1P2	起重机1	主焊接 0	平台3, (8, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t5	配材 4	配材	-	焊接机 1	预焊接 1	平台4, (8, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t6	配材 5	配材	-	焊接机 2	主焊接 1	平台4, (8, 0, 4), (0,0,0) (配材目的地基准对象、位置、旋转)
t7	预焊接 0	预焊接	P1P2	焊接机 1; 起重机 1	配材 0; 配材 1	0.2m/s (焊接速度) , Resources/welding_line/fft0/ (焊接信息)
t8	预焊接 1	预焊接	P1P2P3	焊接机 1; 起重机 1	反转 0	0.2m/s (焊接速度) , Resources/welding_line/fft1/ (焊接信息)
t9	主焊接 0	主焊接	P1P2	焊接机 2	预焊接 0	0.02m/s (焊接速度) , Resources/welding_line/hwt0/ (焊接信息)
t10	主焊接 1	主焊接	P1P2P3	焊接机 2	预焊接 1	0.02m/s (焊接速度) , Resources/welding_line/hwt1/ (焊接信息)
t11	反转 0	反转	P1P2	起重机 1	配材 2; 配材 3	坐标变换信息 (基准点 3 点数据)
t12	移动 0	移动	-	操作员 1	配材 4	平台 4, (2, 0, 1), (0,0,0) (移动基准目的地、位置、旋转)
t13	移动 1	移动	-	操作员 2		平台 4, (2, 0, 2), (0,0,0) (移动基准目的地、位置、旋转)

图 16

配材0: 将P1向平台2移动
配材1: 将P2向平台2移动
预焊接0: P1与P2的定位焊接
配材2: 将P3向平台3移动
配材3: 将P1P2向平台3移动
预焊接1: P1P2与P3的定位焊接
反转0: P1P2的反转
配材4: 焊接机1的移动
移动0: 操作员1的移动

(a)

主焊接0: P1与P2的主焊接
主焊接1: P1P2与P3的主焊接
配材5: 焊接机2的移动
移动1: 操作员2的移动

(b)

schedule.csv

name	task	schedule ID								
操作员1	配材0		配材1	预焊接0	配材2	配材3	反转0	预焊接1	配材4	移动0
操作员2	主焊接0		主焊接1	配材5	移动1					

(c)

图17

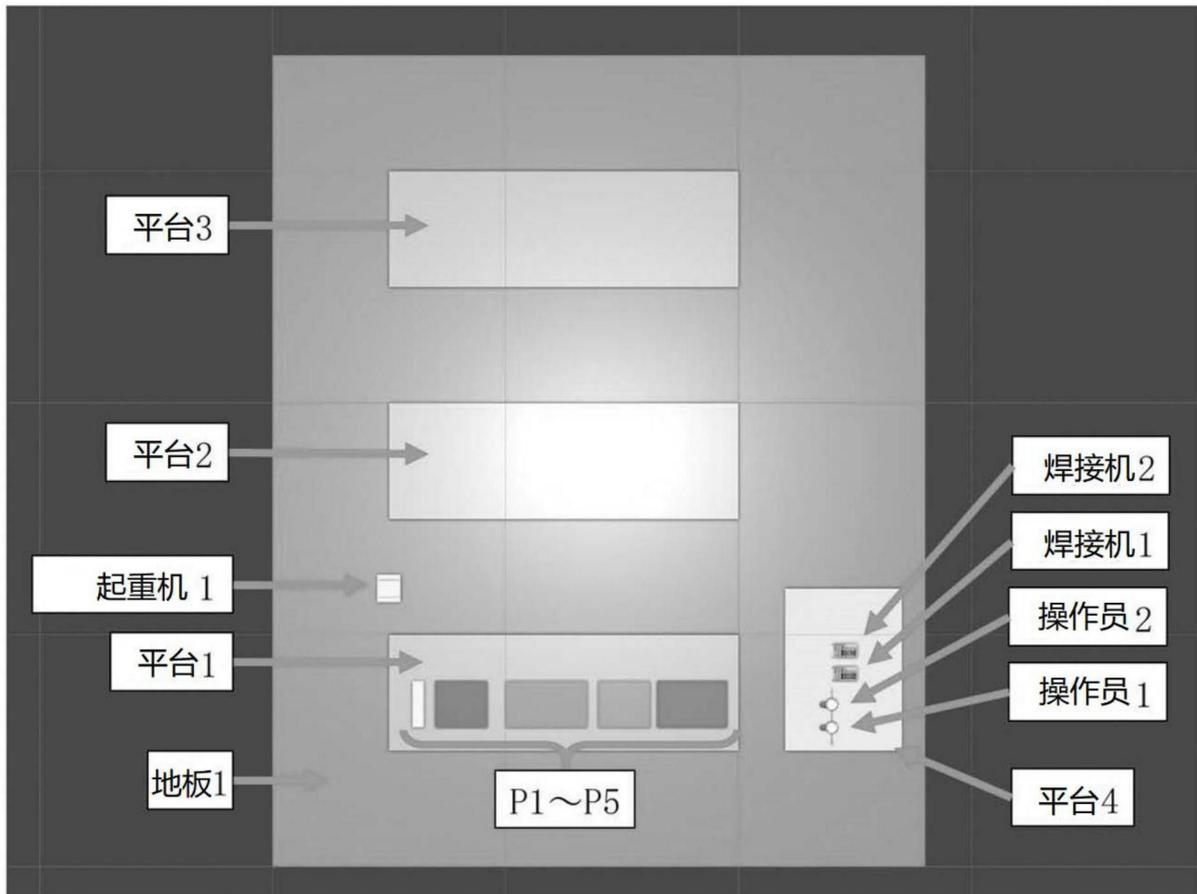


图18

layout.csv

ID	位置与姿势的基准对象ID	位置 X	位置 Y	位置 Z	旋转 X	旋转 Y	旋转 Z	标度 X	标度 Y	标度 Z	其他
地板	-	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
平台 1	地板	5	0.2	5	0	0	0	1	1	1	
平台 2	地板	5	0.2	15	0	0	0	1	1	1	
平台 3	地板	5	0.2	25	0	0	0	1	1	1	
平台 4	地板	20	0.1	5	0	0	0	1	1	1	
起重机 1	地板	5	6	12	0	0	0	1	1	1	起重机主体距端部的距离: 0, 起重机大梁长度: 10
操作员 1	平台 4	2	0	1	0	-90	0	1	1	1	
操作员 2	平台 4	2	0	2	0	-90	0	1	1	1	
焊接机 1	平台 4	2	0	3	0	0	0	1	1	1	
焊接机 2	平台 4	2	0	4	0	0	0	1	1	1	
P1	平台 4	8	0	3	0	0	0	1	1	1	
P2	平台 4	6	0	3	0	0	0	1	1	1	
P3	平台 4	4	0	3	0	0	0	1	1	1	

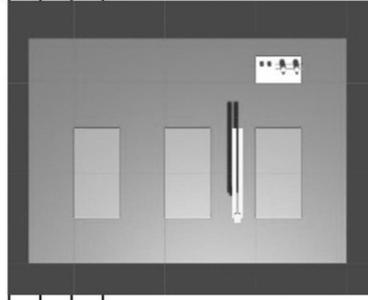


图19

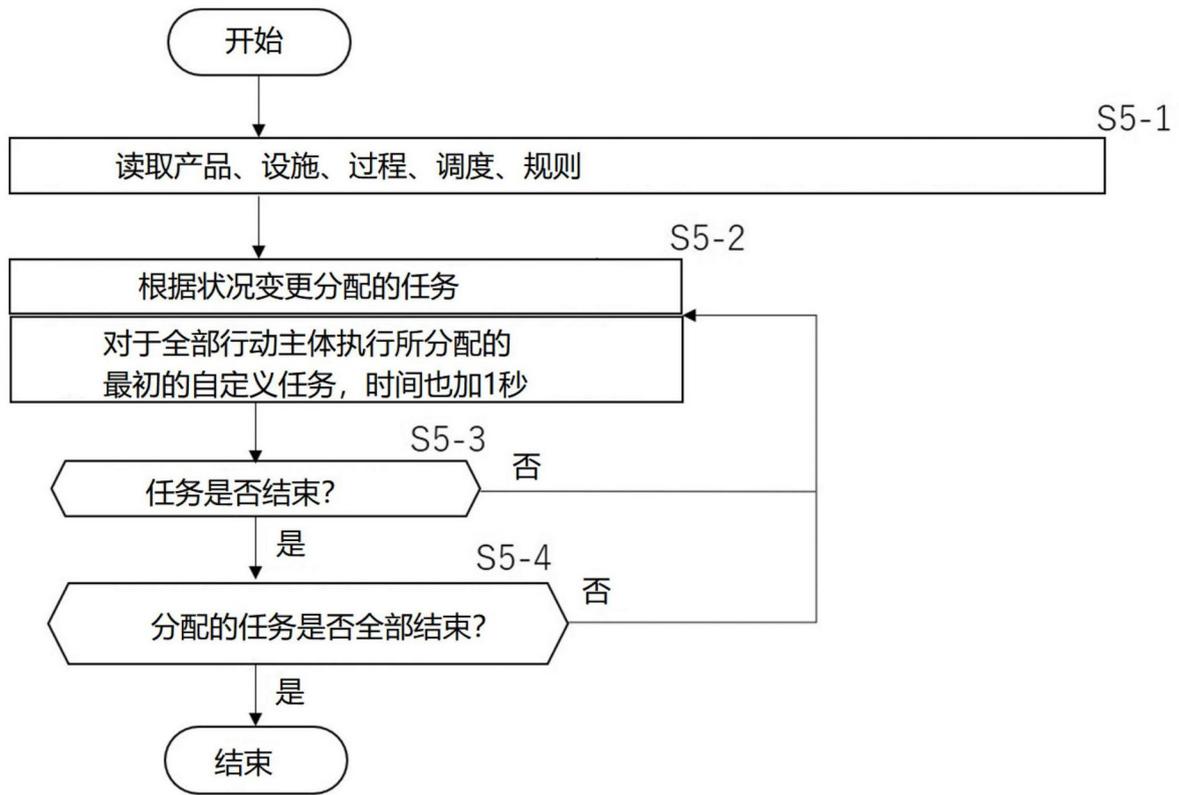


图20

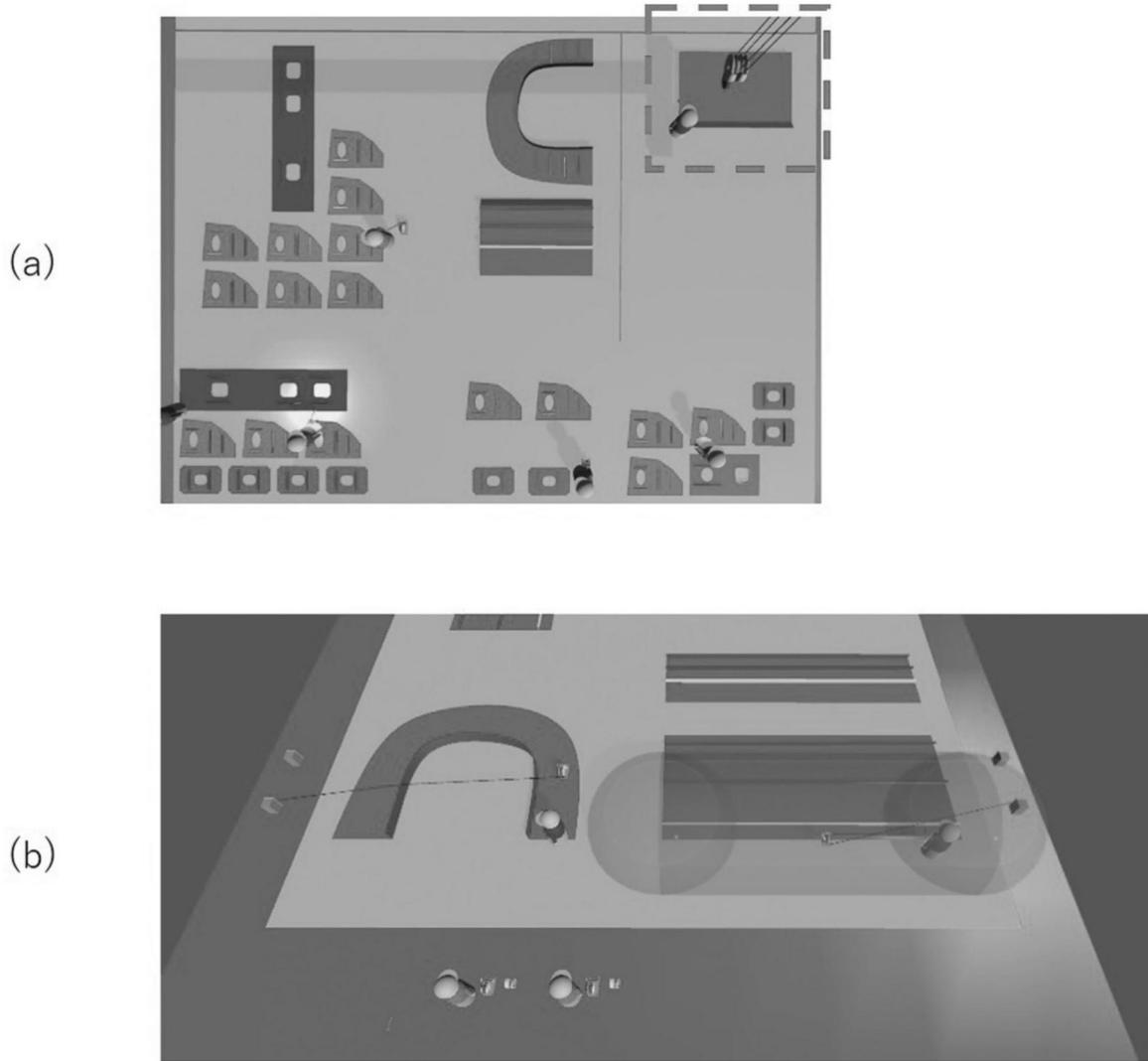


图21

```
global_time = 0
While stop==false:
  For worker in workers:
    if Tasks[worker].Length>0
      isEnd = Tasks[worker][0].Run
      if isEnd=true:
        Tasks[worker][0].Remove
  global_time ++
if all Tasks.Length==0: stop=true
```

图22

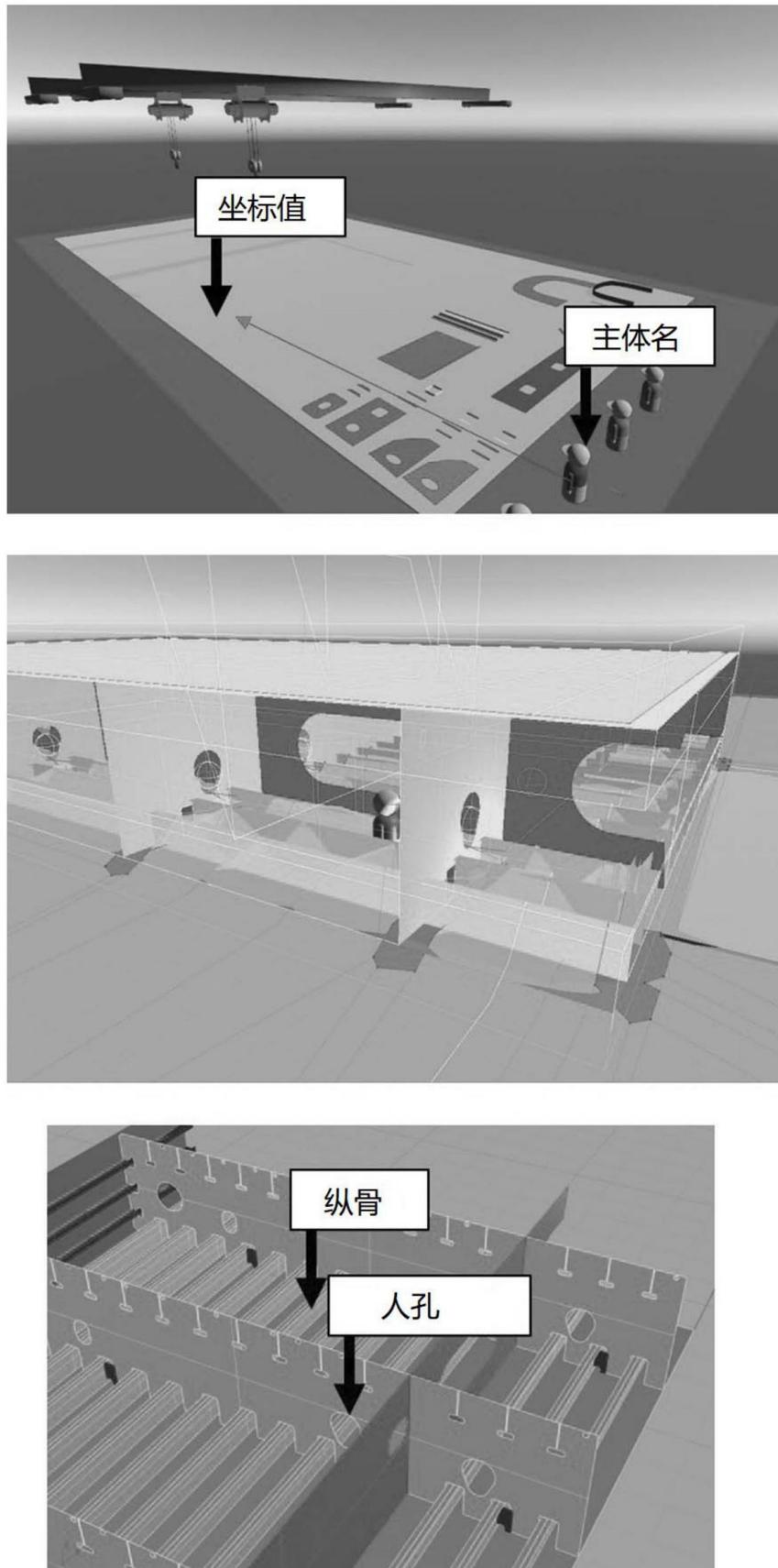


图23

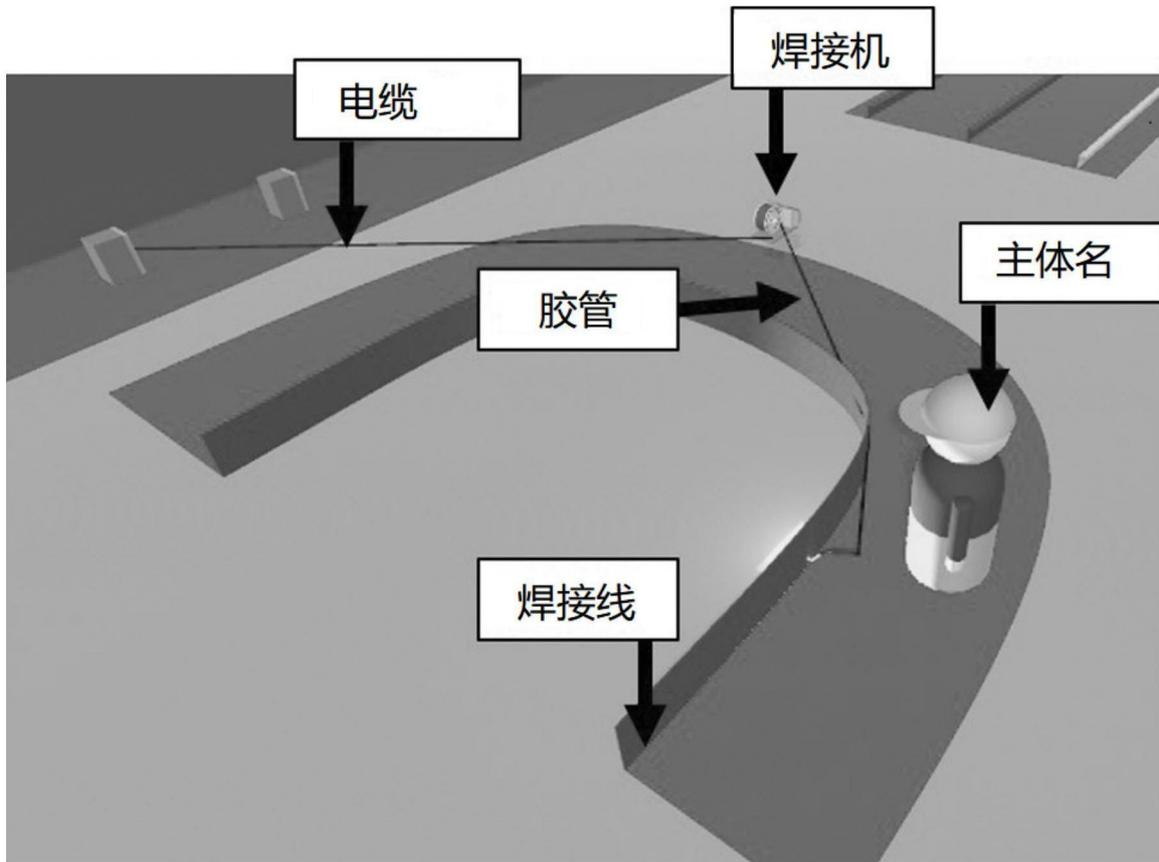


图24

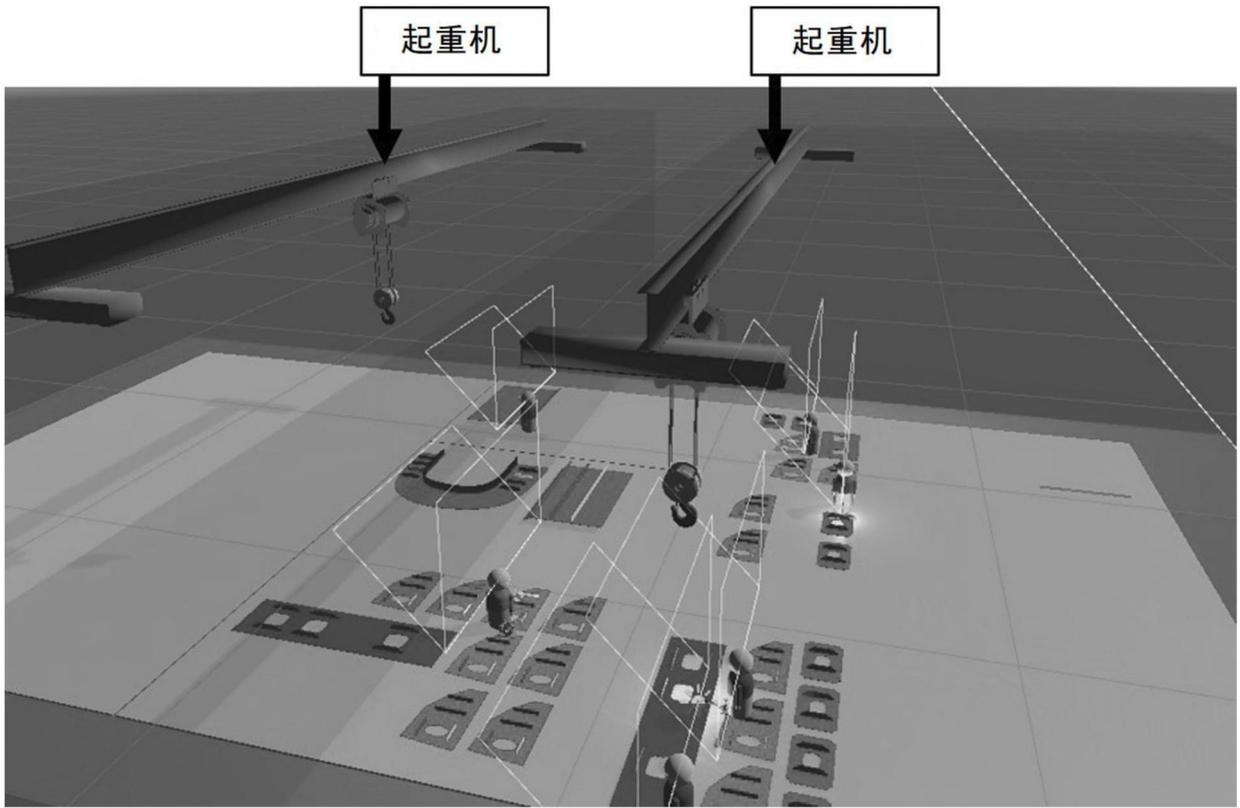


图25

配材 At	AtPick	(共通)：任务名, 任务类型, 函数名, 对象, 利用设施, 先行任务, 主体名, 请求设施类别与个数	(固有)：无
----------	--------	---	--------

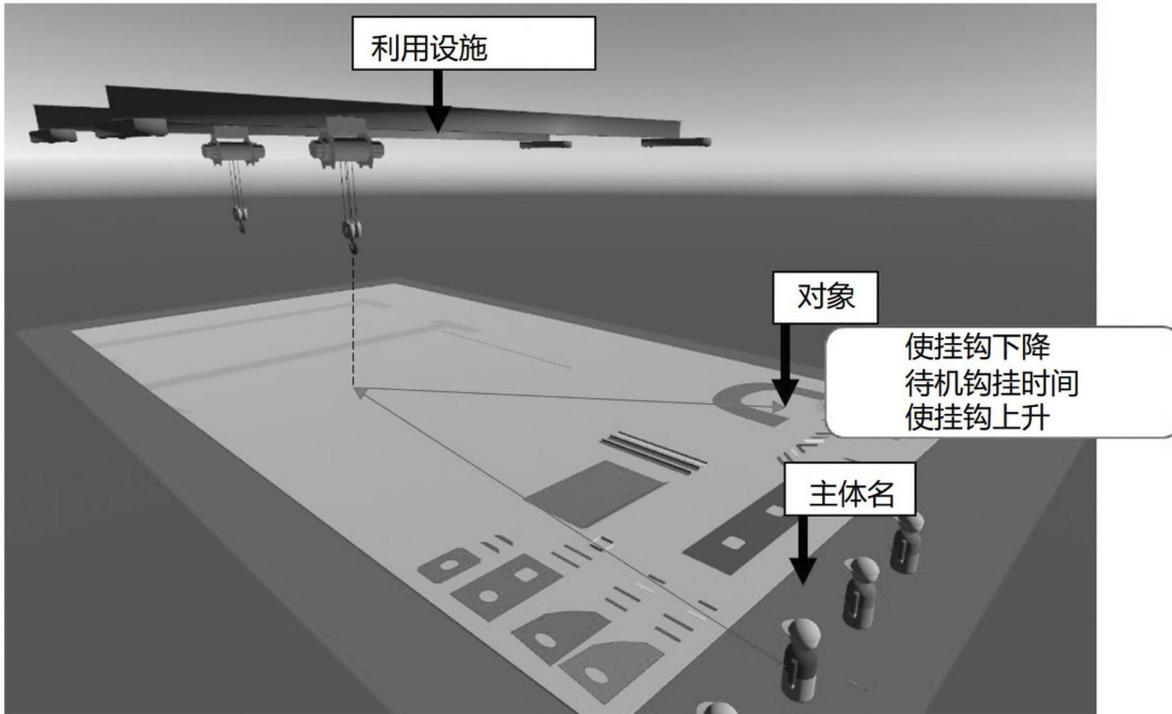


图26

配材 At	AtPlace	(共通)：任务名, 任务类型, 函数名, 对象, 利用设施, 先行任务, 主体名, 请求设施类别与个数	(固有)：(固有)：配材目的地的基准对象, 坐标值 (x, y, z), 欧拉角 ( $\theta, \varphi, \psi$ )
----------	---------	---	--

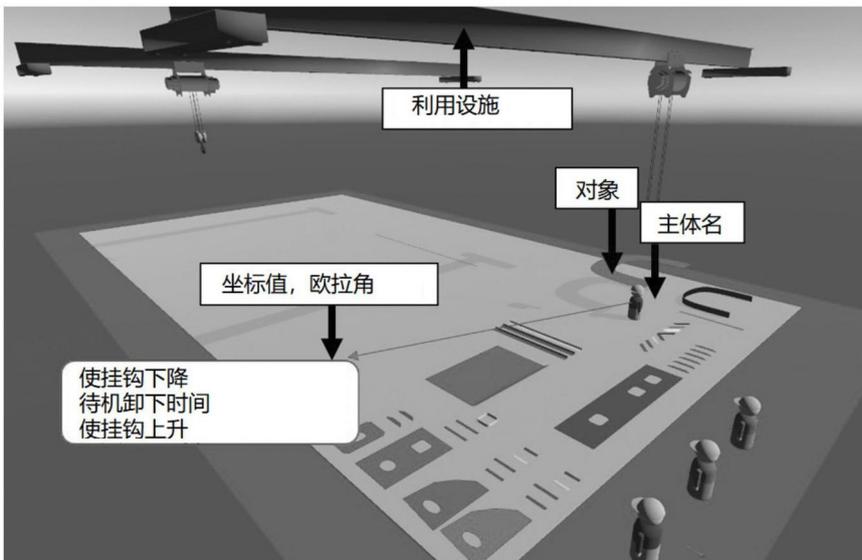


图27

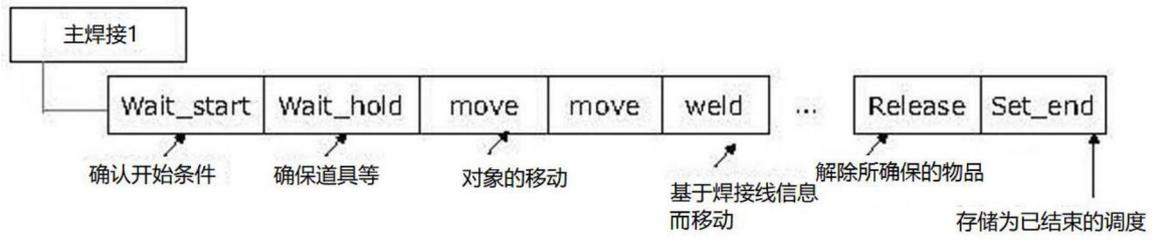


图28

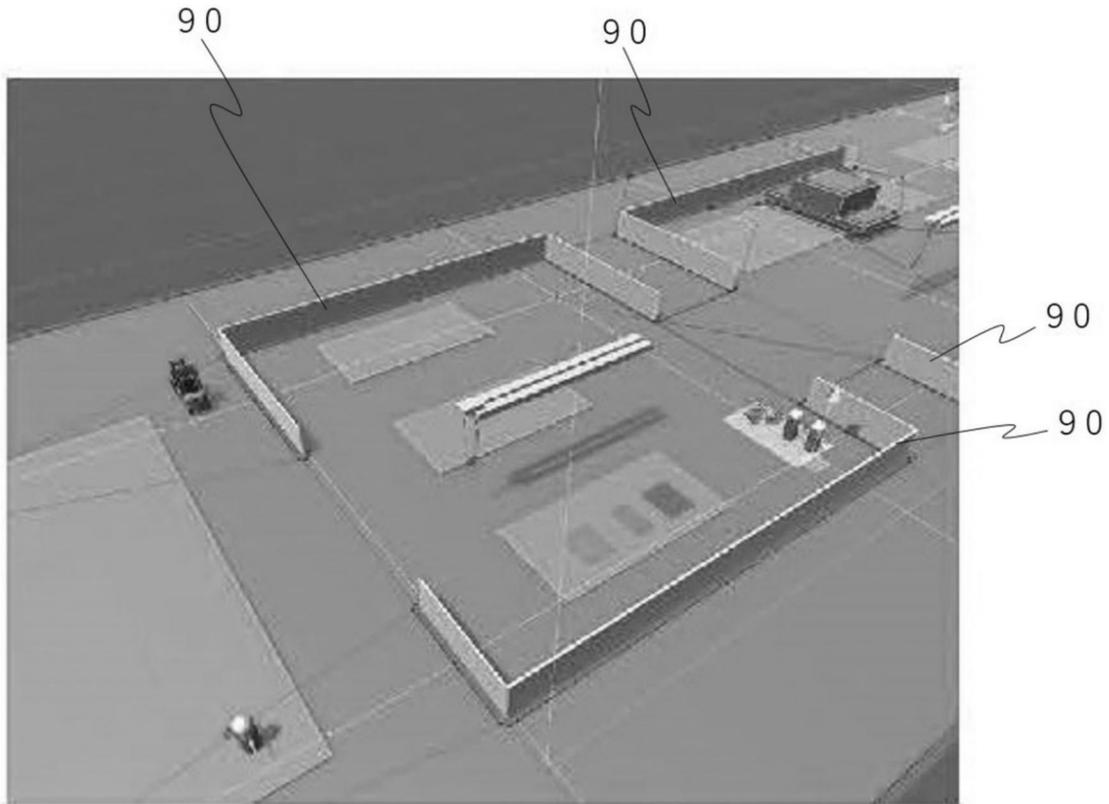


图29

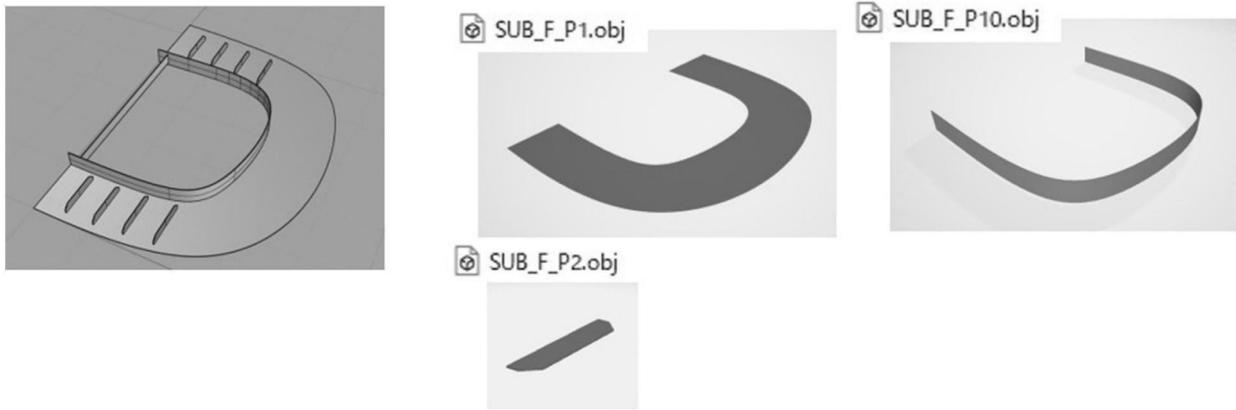


图30

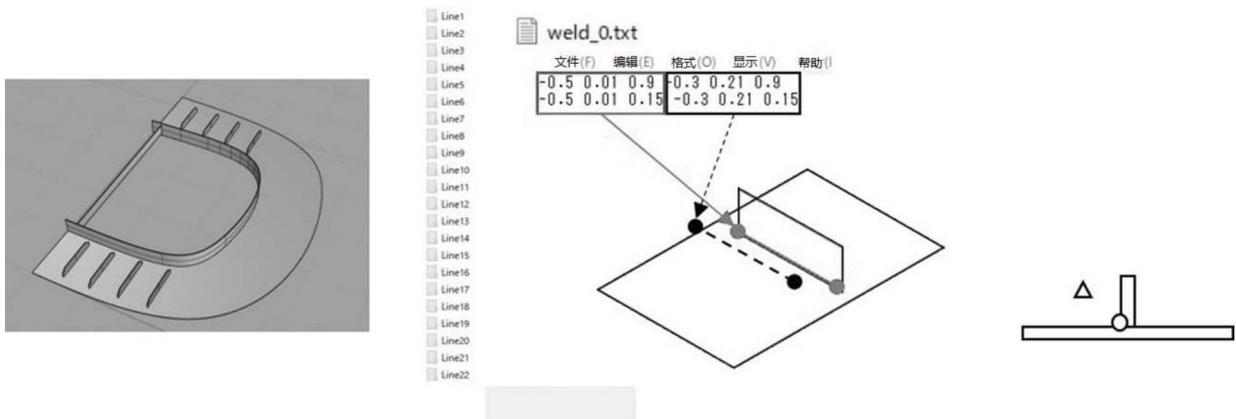


图31

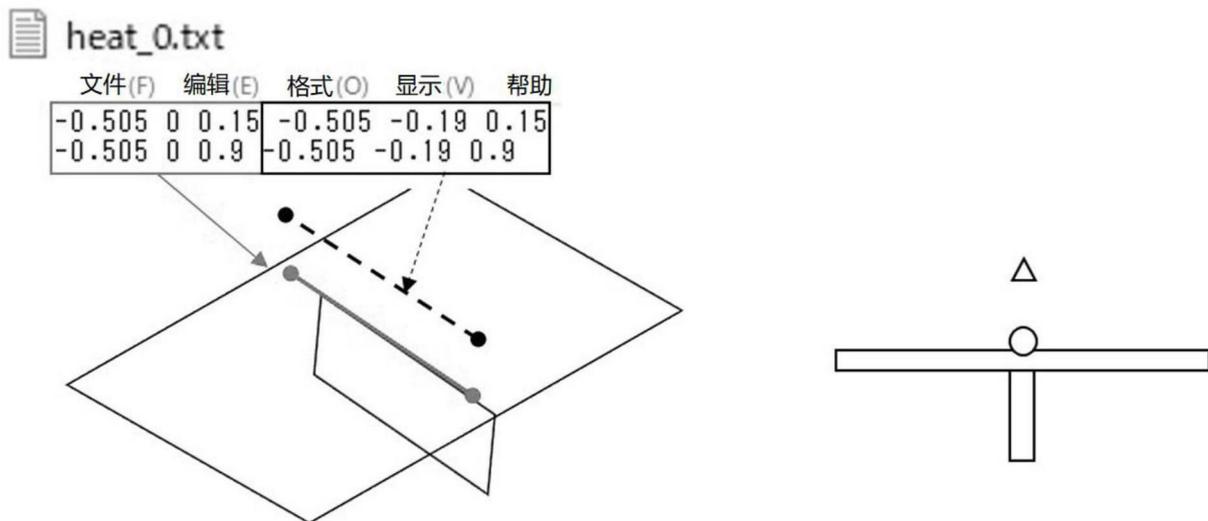


图32

A	B	C	D	E	F	G	H	
1	#名称	组名	类别	node1	node2	Path	姿势信息	重量
2	SUB_F_P1	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P1	0 0 5.30953745292086 0 4.30953745292086 1 0 5.30953745292086	806.2919766
3	SUB_F_P2	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P2	0.510000000000001 0.045000000000005 0.935 1.010000000000007 -0.662	8.32885
4	SUB_F_P3	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P3	1.01 0.045000000000005 0.935 1.010000000000001 -0.662106781186549 0.1	8.32885
5	SUB_F_P4	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P4	1.51 0.045000000000007 0.965 1.510000000000001 -0.662106781186549 0.1	8.32885
6	SUB_F_P5	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P5	2.01 0.045000000000007 1.035 2.010000000000001 -0.662106781186549 0.1	8.32885
7	SUB_F_P6	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P6	0.509999999999999 0.455 4.63453745292087 1.01 -0.252106781186548 5.34164423410741	8.32885
8	SUB_F_P7	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P7	1.01 0.455 4.63453745292087 1.01 -0.252106781186548 5.34164423410741	8.32885
9	SUB_F_P8	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P8	1.51 0.455 4.63453745292087 1.51 -0.252106781186548 5.34164423410741	8.32885
10	SUB_F_P9	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P9	2.01 0.455 4.63453745292087 2.01 -0.252106781186548 5.34164423410741	8.32885
11	SUB_F_P10	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P10	-0.010201132488121 -0.15 1.00003468810243 0.988793086144761 -0.15 0.5	173.0561327
12	SUB_F_P11	SUB_F	node	-	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P11	0.2 0.1 3.99154195687992 0.2 0.1 2.99154195687992 0.2 -0.9 3.99154195687992	46.81926735
13	SUB_F_Line1	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P2	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line1/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line1/		
14	SUB_F_Line2	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P2	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line2/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line2/		
15	SUB_F_Line3	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P3	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line3/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line3/		
16	SUB_F_Line4	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P3	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line4/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line4/		
17	SUB_F_Line5	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P4	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line5/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line5/		
18	SUB_F_Line6	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P4	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line6/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line6/		
19	SUB_F_Line7	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P5	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line7/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line7/		
20	SUB_F_Line8	SUB_F	edge	SUB_F_P1	SUB_F_P5	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line8/ Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line8/		
21	SUR_F_Line0	SUR_F	edge	SUR_F_P1	SUR_F_P6	Product/AModel/SUR_F/WeldingLine/Line0/ Product/AModel/SUR_F/WeldingLine/Line0/		

图33

	A	B	C	D	E	F
1	# LineName	LineType	ParentProductName	Path		
2	SUB_F_DR_Line1	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line1/		
3	SUB_F_DR_Line2	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line2/		
4	SUB_F_DR_Line3	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line3/		
5	SUB_F_DR_Line4	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line4/		
6	SUB_F_DR_Line5	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line5/		
7	SUB_F_DR_Line6	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line6/		
8	SUB_F_DR_Line7	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line7/		
9	SUB_F_DR_Line8	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line8/		
10						

图34

	A	B	C	D
1	# Name	ComponentName	isBaseProduct	ProductPose
2	SUB_FU1	SUB_F_P1	base	5.31 0.21 0 4.31 0.21 0 5.31 0.21 1
3	SUB_FU1	SUB_F_P10	-	-
4	SUB_FU2	SUB_FU1	base	0 0 0 1 0 0 0 0 1
5	SUB_FU2	SUB_F_P11	-	-
6	SUB_F	SUB_FU2	base	5.31 0.300 0 4.313 0.3 0 5.31 0.3 1
7	SUB_F	SUB_F_P2	-	-
8	SUB_F	SUB_F_P3	-	-
9	SUB_F	SUB_F_P4	-	-
0	SUB_F	SUB_F_P5	-	-
1	SUB_F	SUB_F_P6	-	-
2	SUB_F	SUB_F_P7	-	-
3	SUB_F	SUB_F_P8	-	-
4	SUB_F	SUB_F_P9	-	-

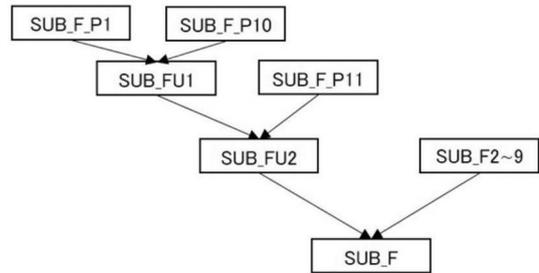


图35

#	TaskName	TaskType	Function	TaskObject	TaskFacility	TaskConditions	TaskParameter	RequiredFacilityList
1	At1	At1	AtPick	SUB_F_P1	null	-	-	Crane 1
2	At1_SUB_F_Pick_P1	At1	AtPick	SUB_F_P1	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
3	At1_SUB_F_Pick_P2	At1	AtPick	SUB_F_P2	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
4	At1_SUB_F_Pick_P3	At1	AtPick	SUB_F_P3	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
5	At1_SUB_F_Pick_P4	At1	AtPick	SUB_F_P4	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
6	At1_SUB_F_Pick_P5	At1	AtPick	SUB_F_P5	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
7	At1_SUB_F_Pick_P6	At1	AtPick	SUB_F_P6	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
8	At1_SUB_F_Pick_P7	At1	AtPick	SUB_F_P7	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
9	At1_SUB_F_Pick_P8	At1	AtPick	SUB_F_P8	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
10	At1_SUB_F_Pick_P9	At1	AtPick	SUB_F_P9	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-
11	At1_SUB_F_Pick_P10	At1	AtPick	SUB_F_P10	null	-	-	Crane 1
12	At1_SUB_F_Pick_P11	At1	AtPick	SUB_F_P11	null	Ft_SUB_F_Line18	-	Crane 1
13	At1_SUB_F_Place_P1	At1	AtPlace	SUB_F_P1	null	At1_SUB_F_Pick_P1	SurfacePlate2:null	Crane 1
14	At1_SUB_F_Place_P2	At1	AtPlace	SUB_F_P2	null	At1_SUB_F_Pick_P2	SurfacePlate2:null	-
15	At1_SUB_F_Place_P3	At1	AtPlace	SUB_F_P3	null	At1_SUB_F_Pick_P3	SurfacePlate2:null	-

图36

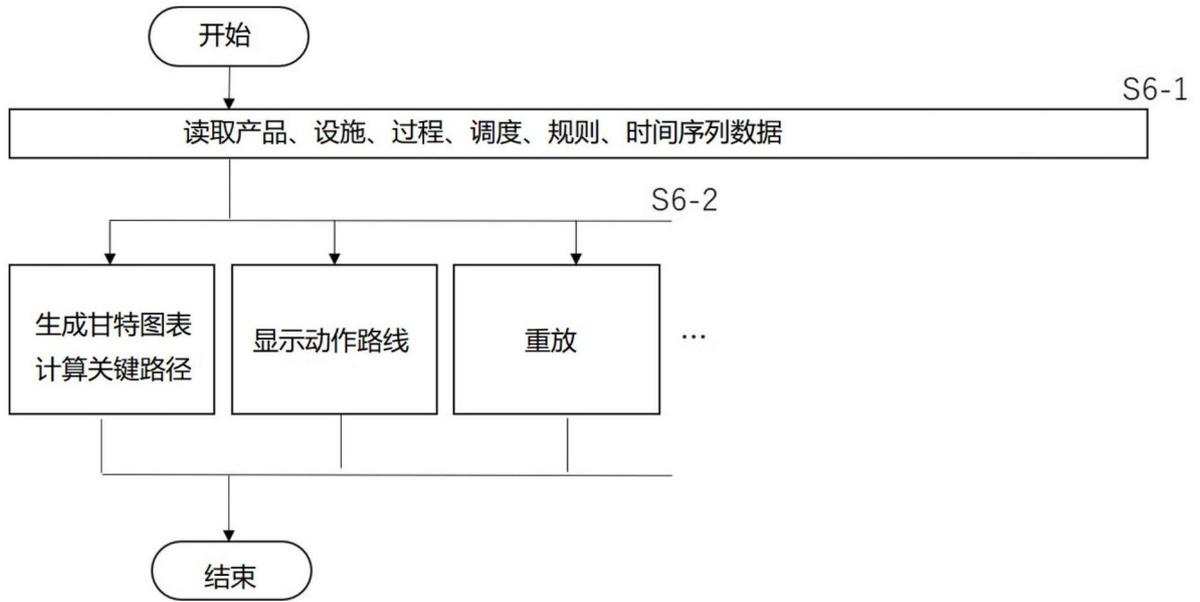
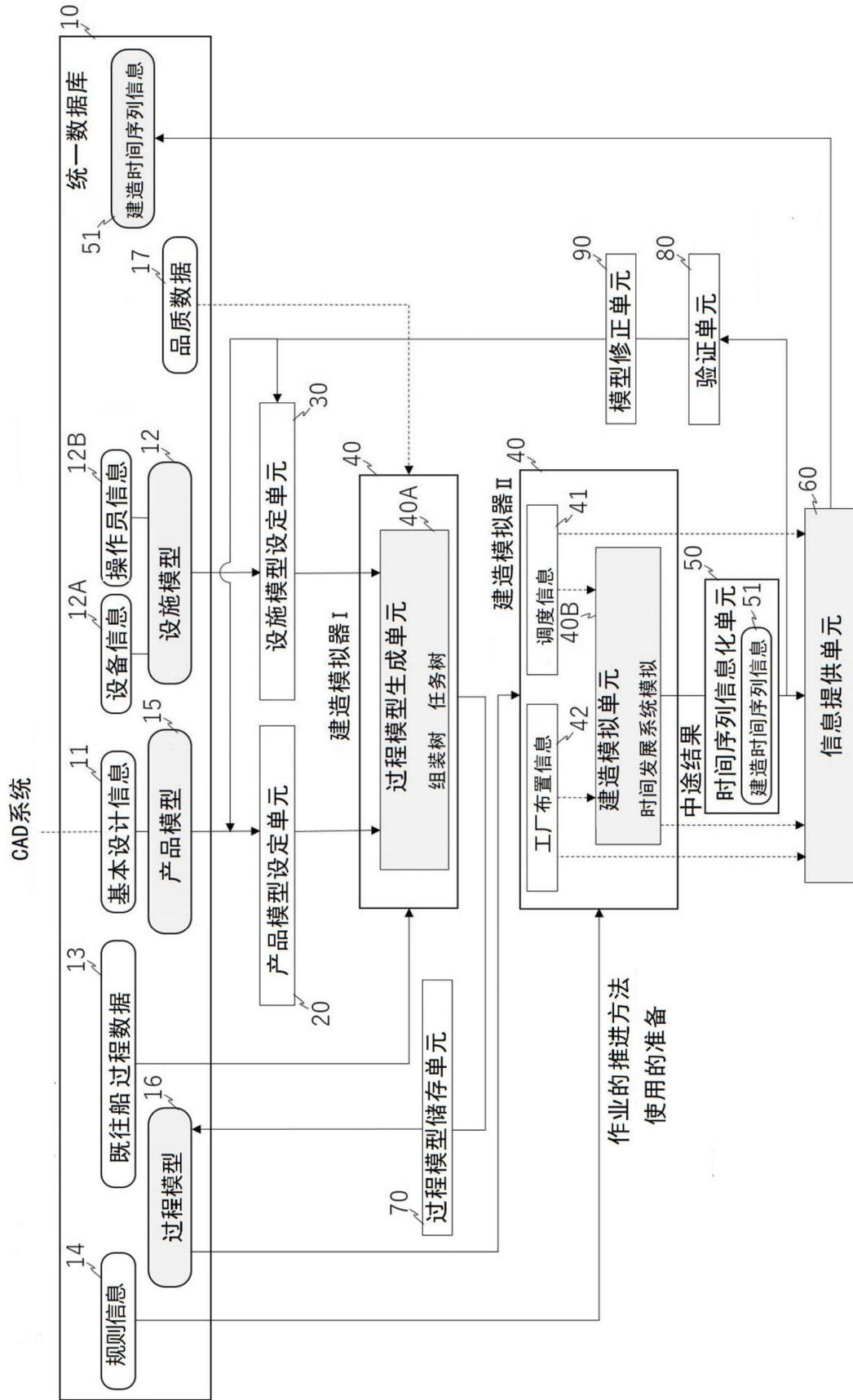


图37





甘特图表、作业分解构成图、作业流程图、工时、动作路线

图39

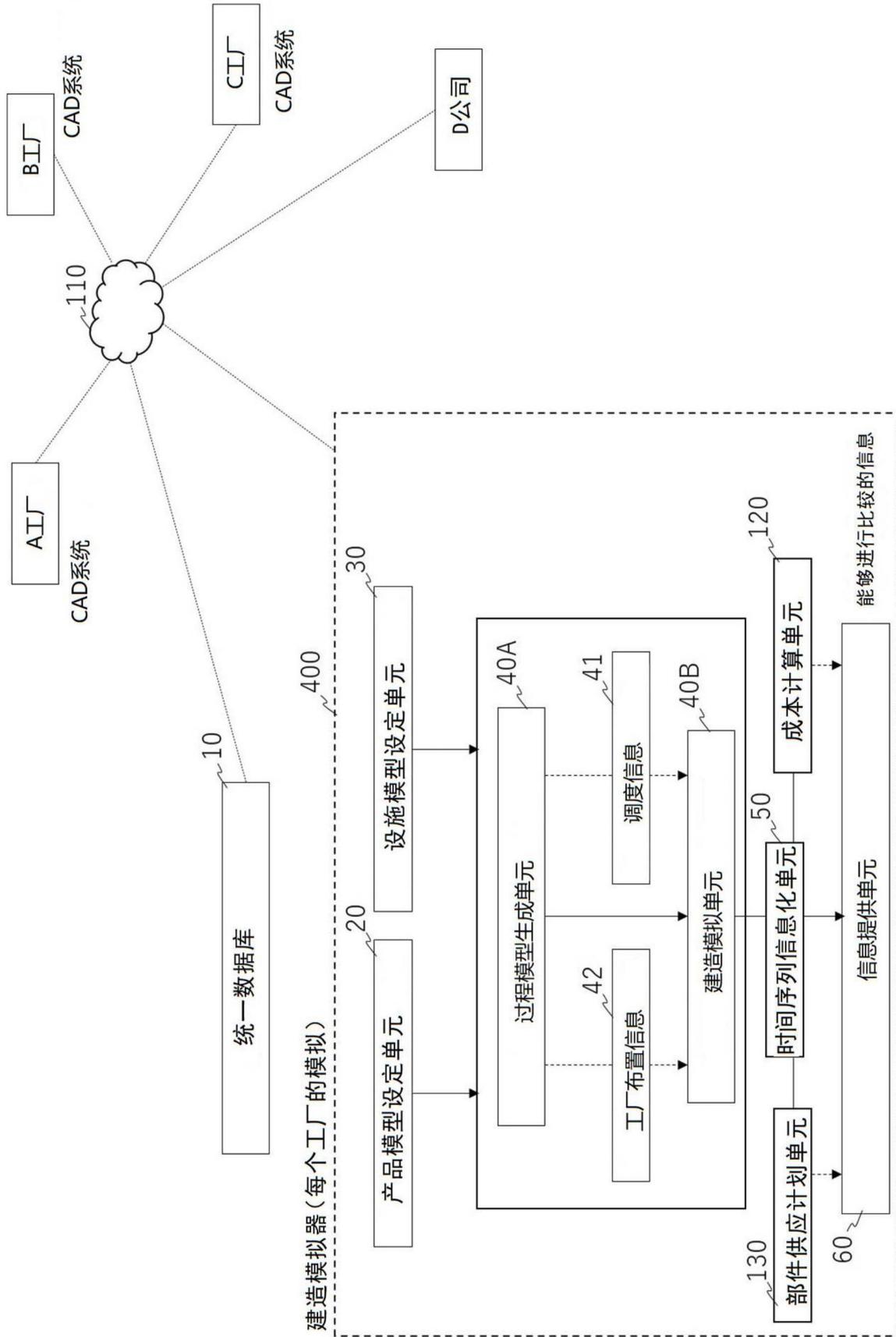


图40

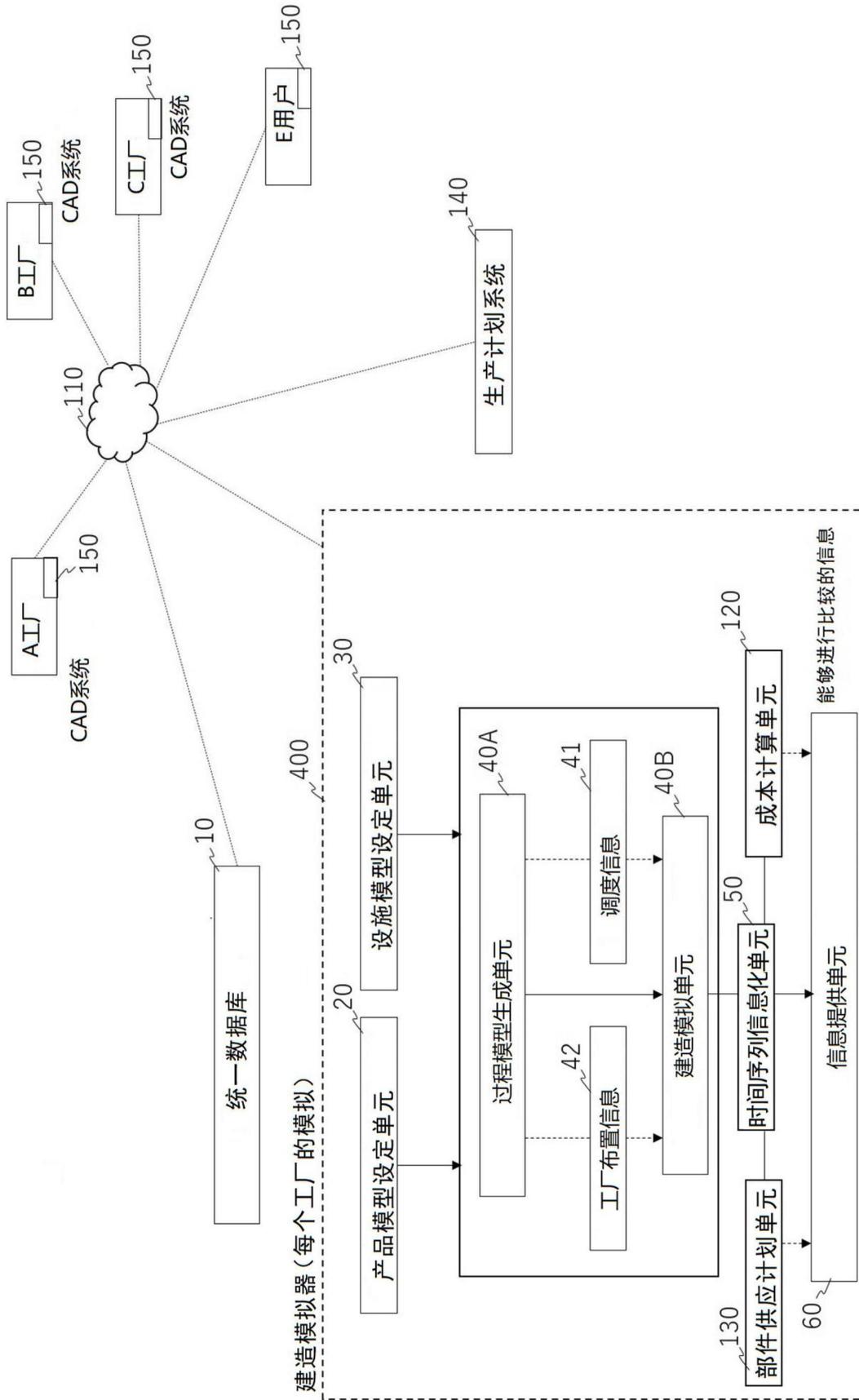


图41

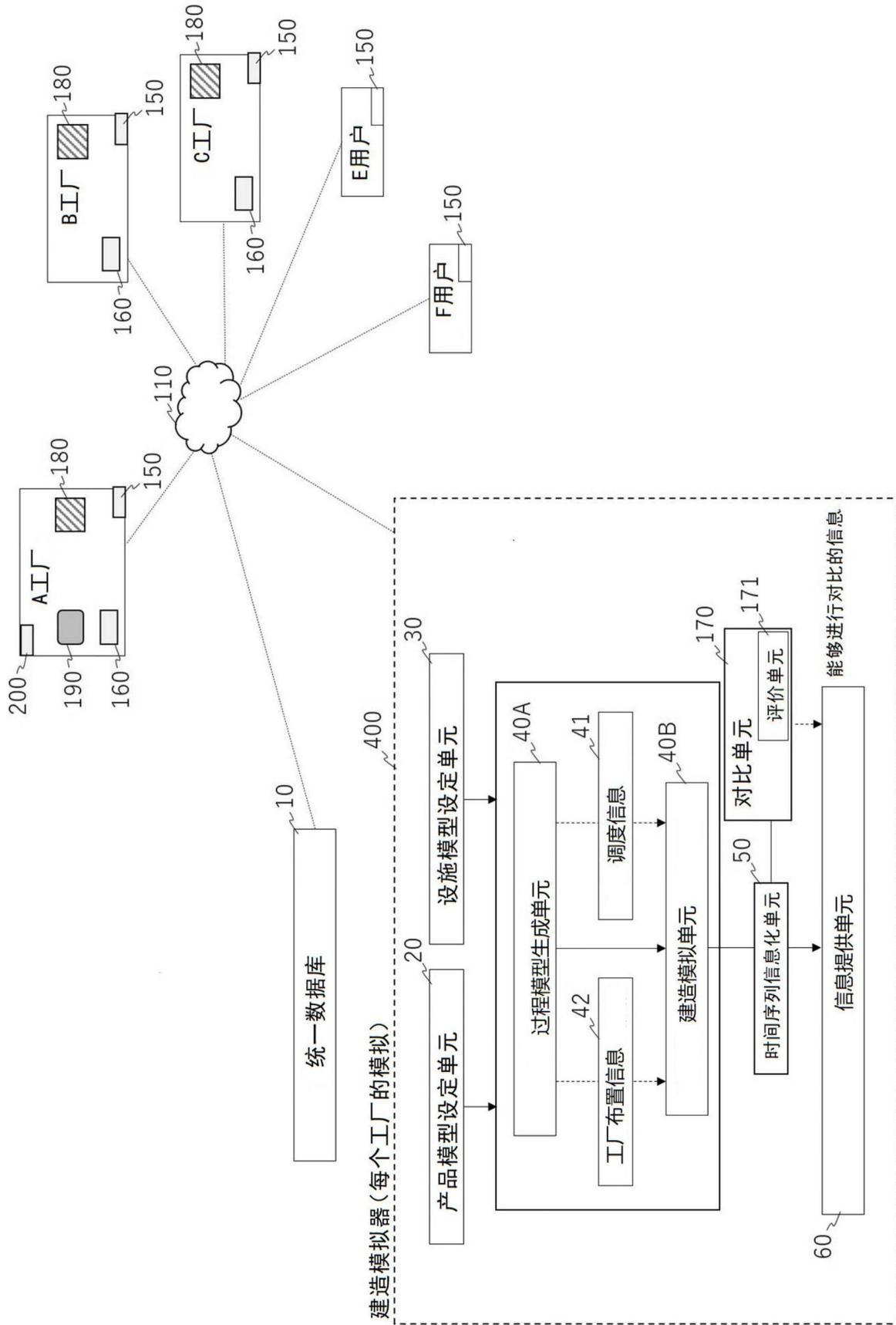


图42

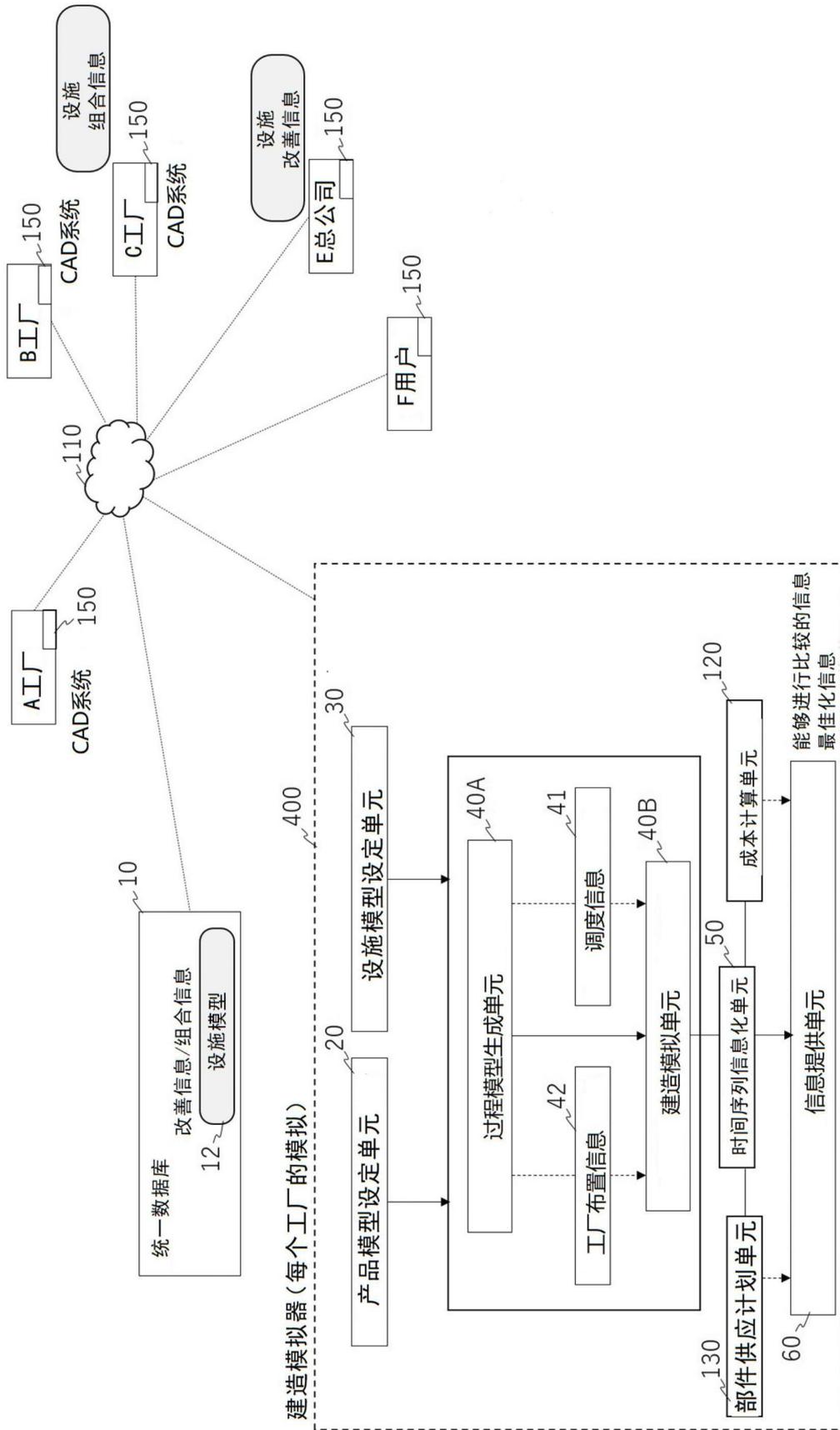


图43

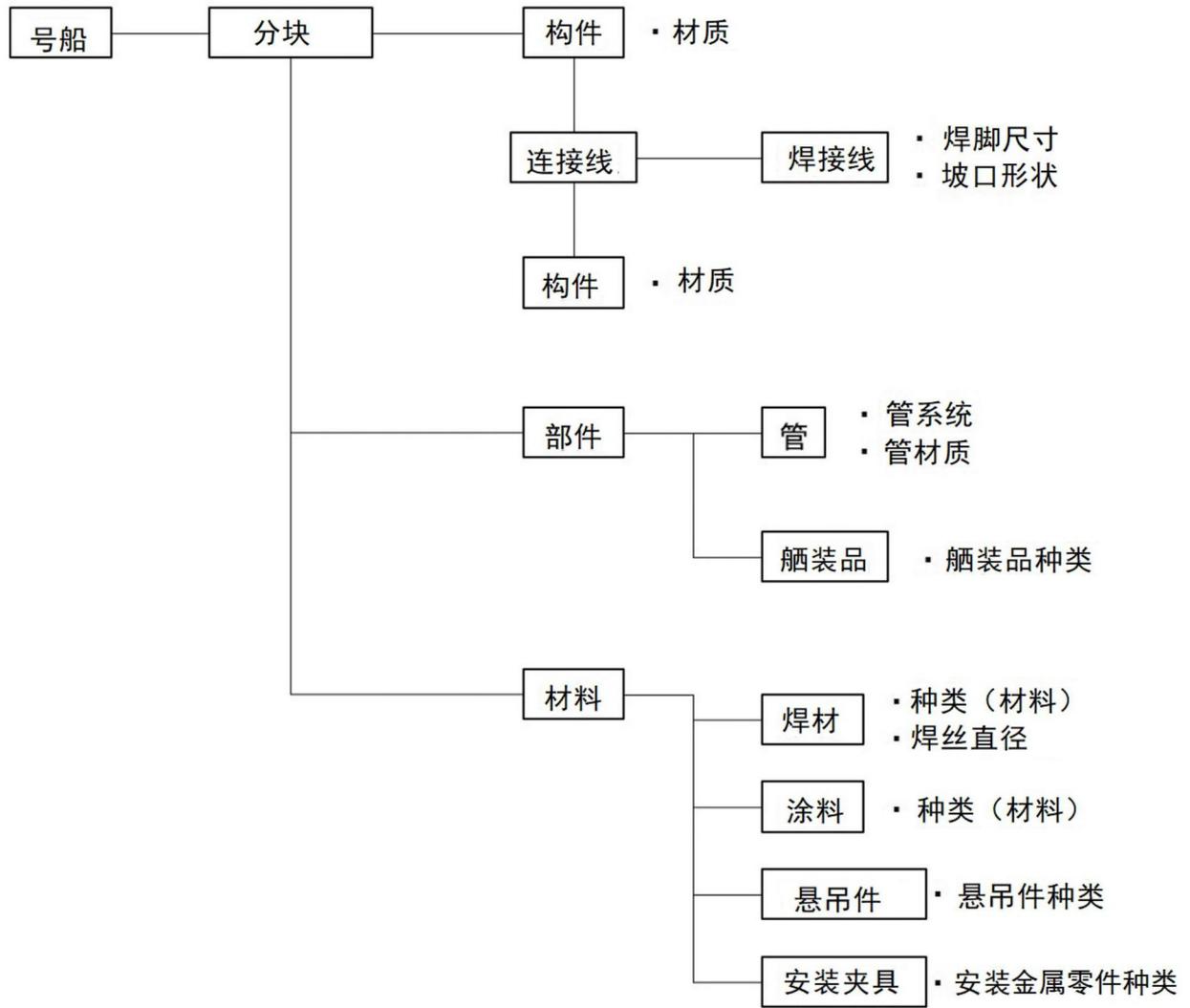


图44

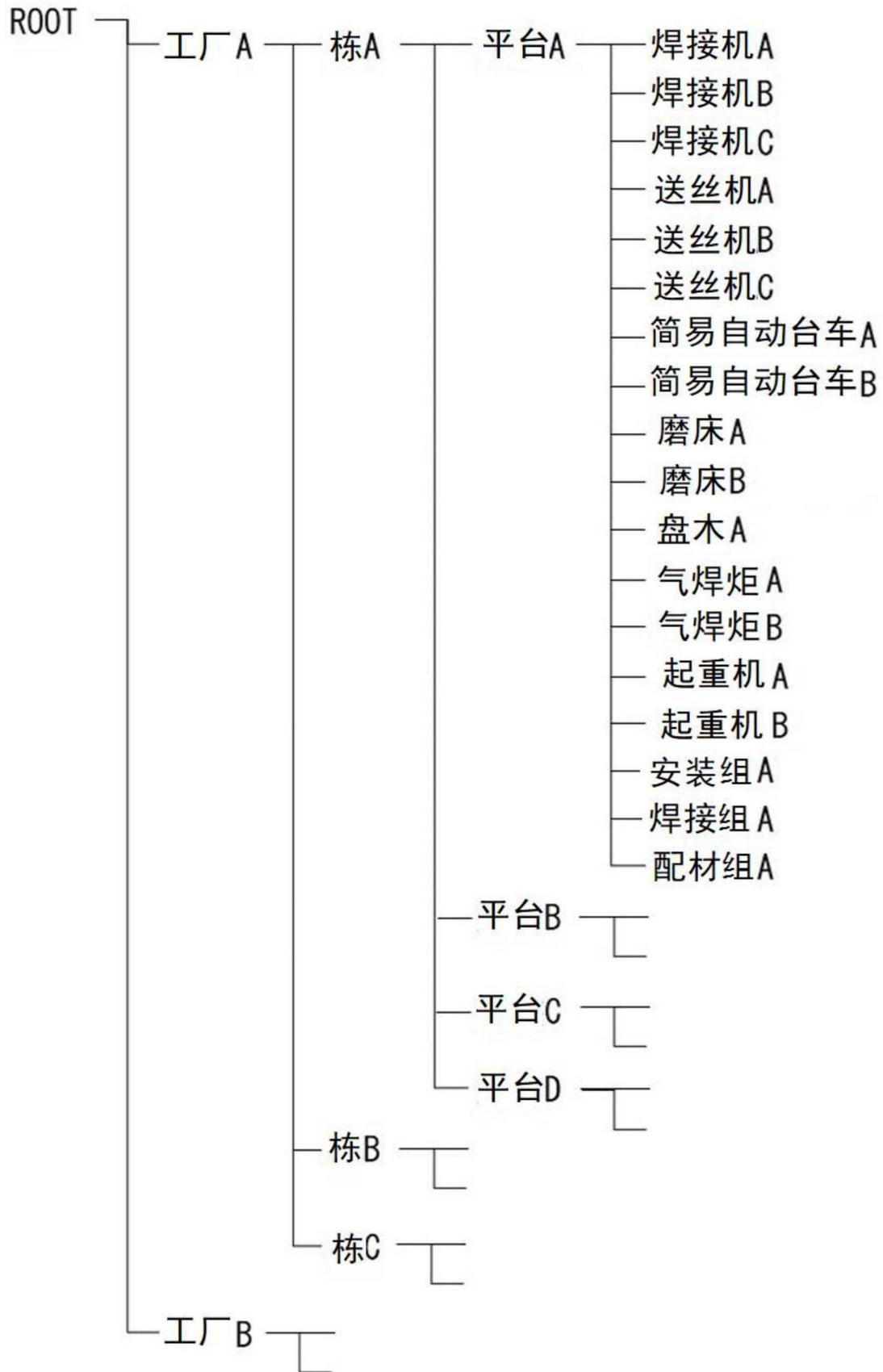


图45

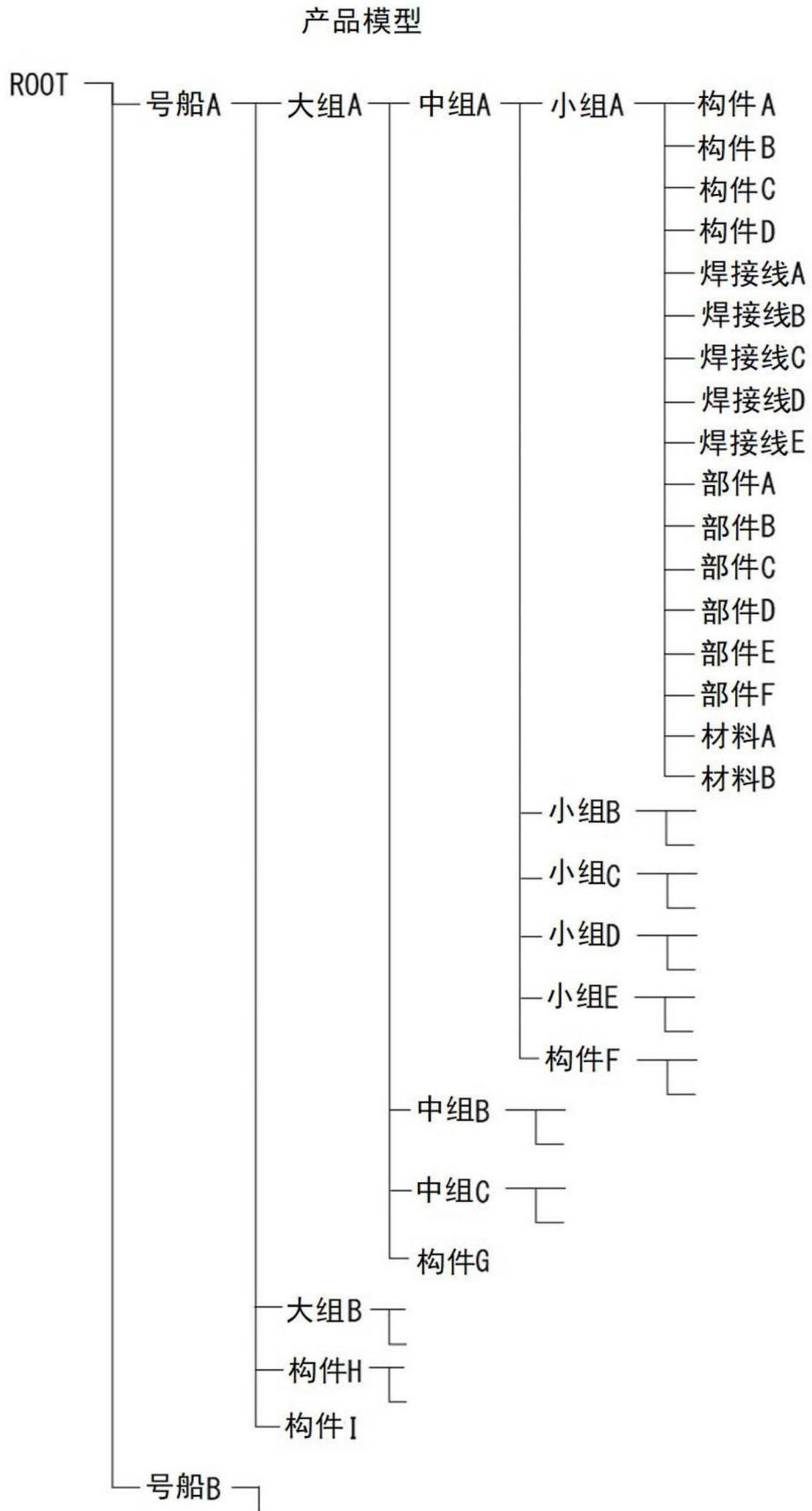


图46-1

设施模型

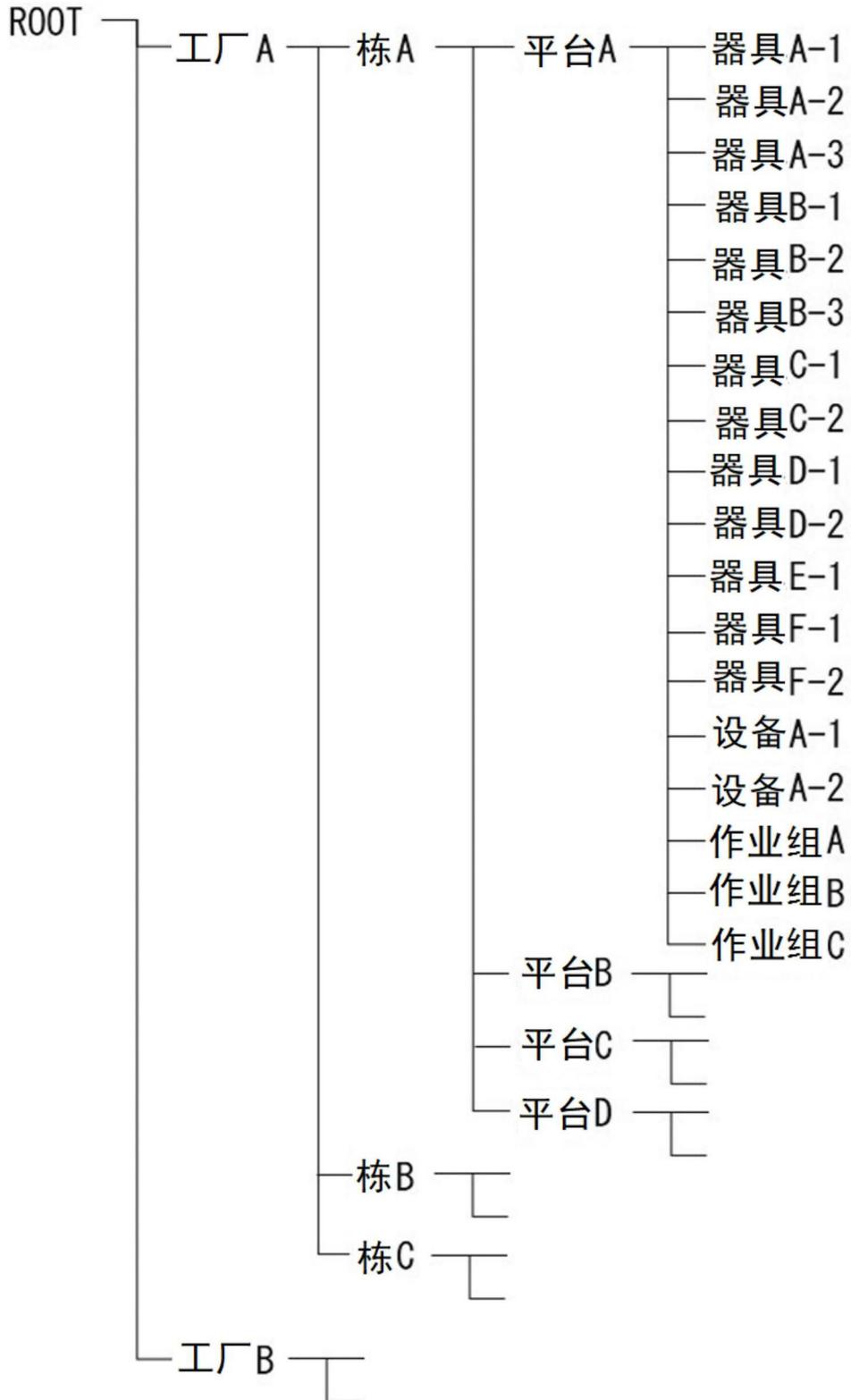


图46-2

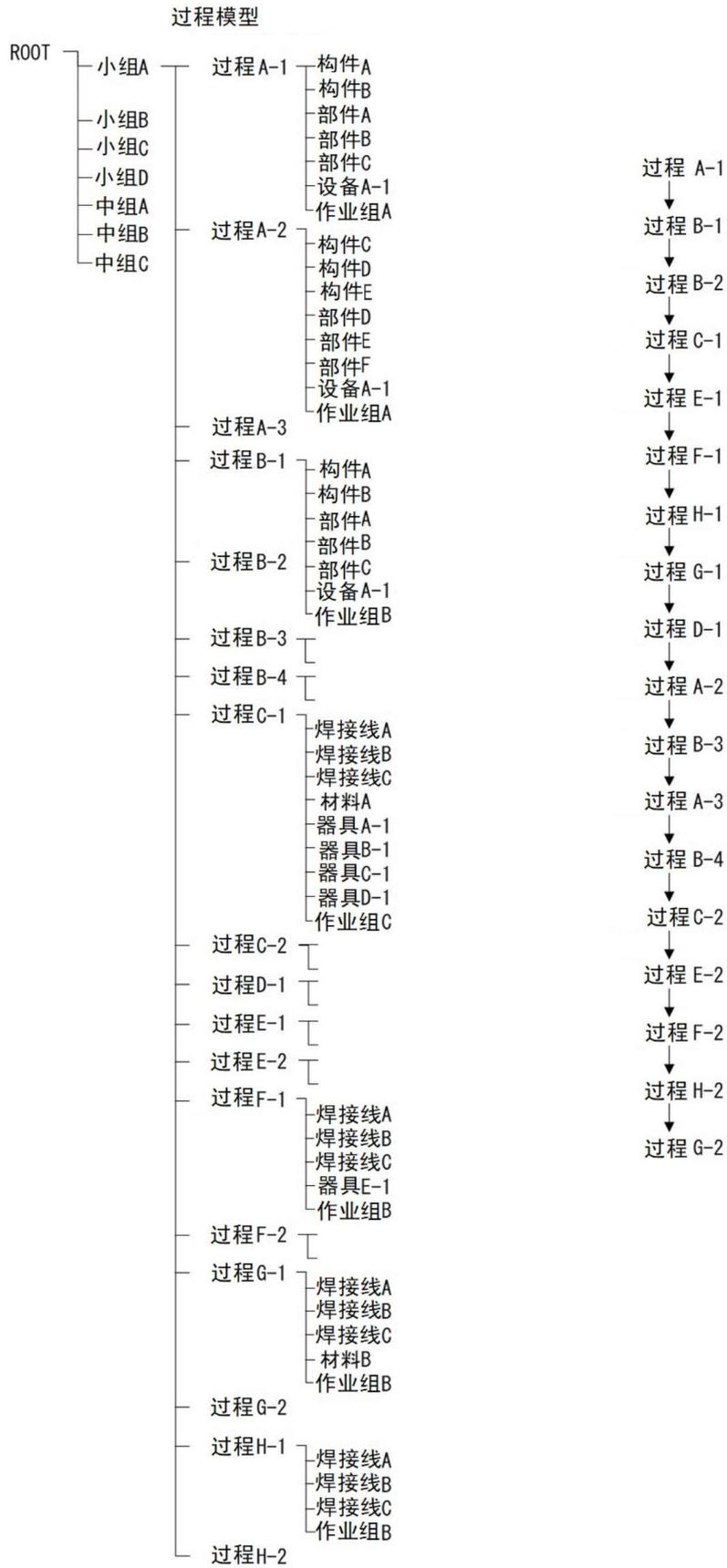


图46-3

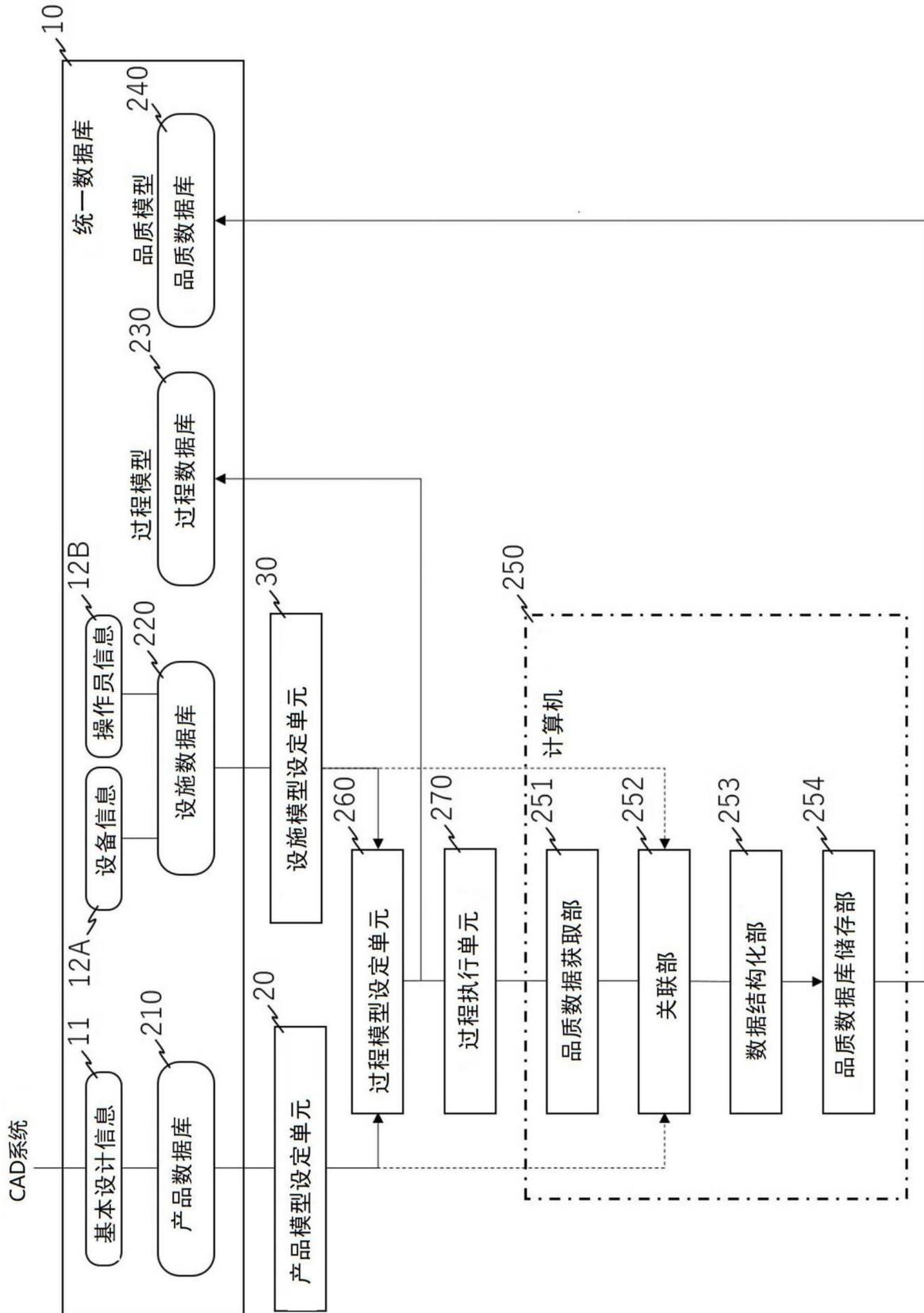


图47

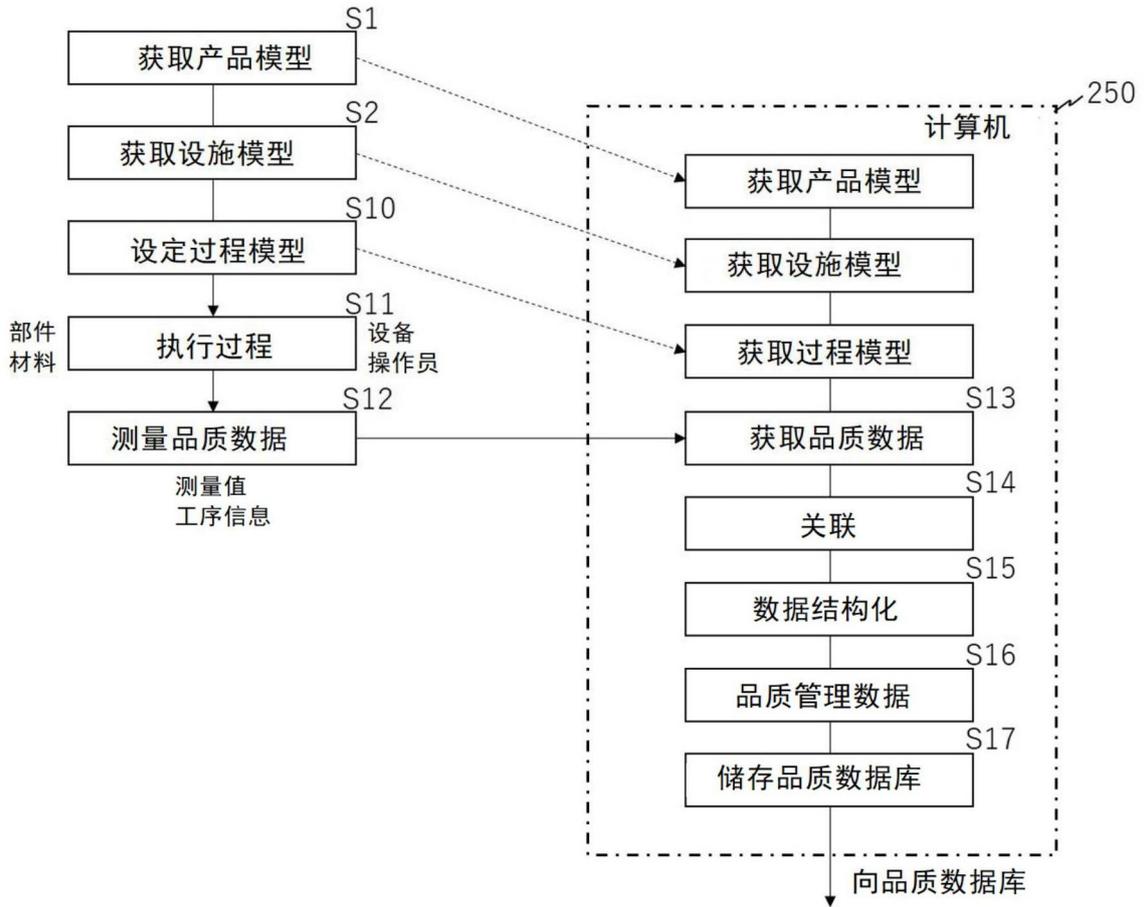


图48

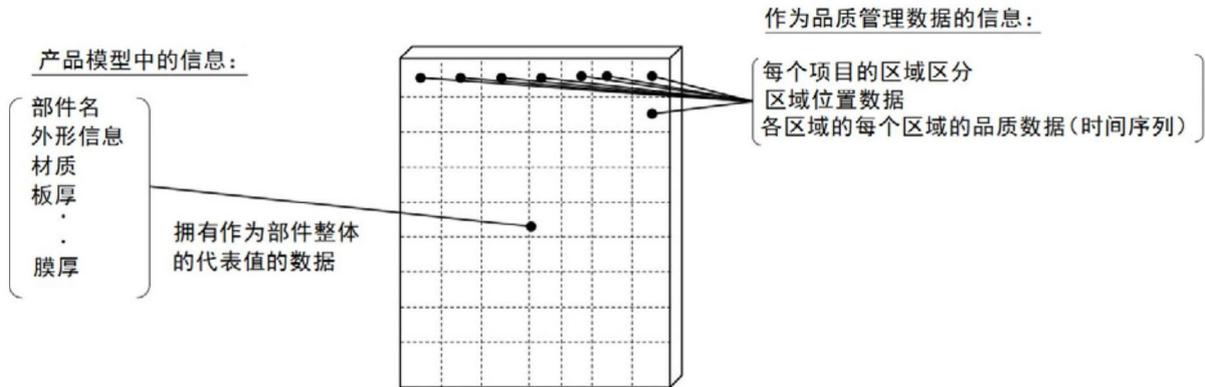


图49

工序		品质管理项目	品质管理数据项目	测量方法	
加工	切割	形状尺寸	4周的长度	量尺、扫描仪	
			对角的长度	量尺、扫描仪	
	弯曲	板厚	板厚	板厚计	
			形状尺寸	4周的长度	量尺、扫描仪
消除变形	平滑度	曲面形状	曲面形状	弯曲模、扫描仪	
		4周的形状	弯曲模、扫描仪		
组裝	组裝	分块形状	拼接部的坐标	全站仪、扫描仪	
	消除变形	平滑度	基体板的水平度	全站仪、扫描仪、水平计	
焊接	焊接	坡口形状	坡口尺寸	量尺、激光测量器	
			焊道形状	焊脚尺寸	规、扫描仪
		表面缺陷	余高	余高	规、扫描仪
			凹坑	凹坑	目视、施工数据解析、图像解析
			咬边	咬边	目视、施工数据解析、图像解析
			焊瘤	焊瘤	目视、施工数据解析、图像解析
			裂纹	裂纹	目视、施工数据解析、图像解析
			弧伤	弧伤	目视、施工数据解析、图像解析
		内部缺陷	气孔	气孔	目视、施工数据解析、图像解析
			夹渣	夹渣	伦琴、超声波、施工数据解析
搭载	搭载	船体形状	主尺寸	全站仪、扫描仪	
	喷射	表面粗糙度	表面粗糙度	目视、图像解析	
涂装	涂装	膜厚	膜厚度	膜厚计、图像解析	
			膜厚分布	膜厚计、图像解析	
安设管线	管加工	管尺寸	两端的坐标	量尺、测量夹具、扫描仪	
			弯曲角度	量尺、测量夹具、扫描仪	
			直线长度	量尺、测量夹具、扫描仪	
	管安装	泄露	泄露	耐压检查	
安装尺寸		管位置坐标	扫描仪		
机器安装	机器安装	安装精度	尺寸	量尺	
			定心	量尺、激光	
			运转	运转试验	

图50

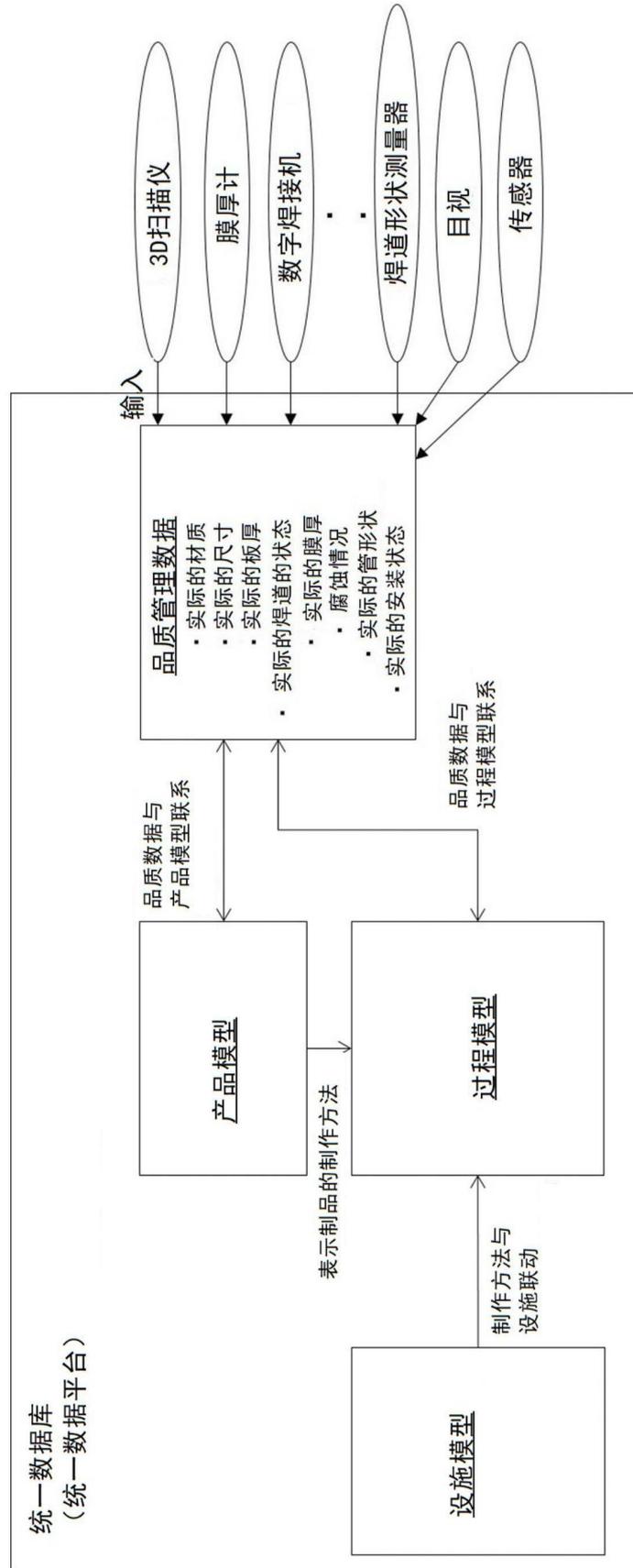


图51

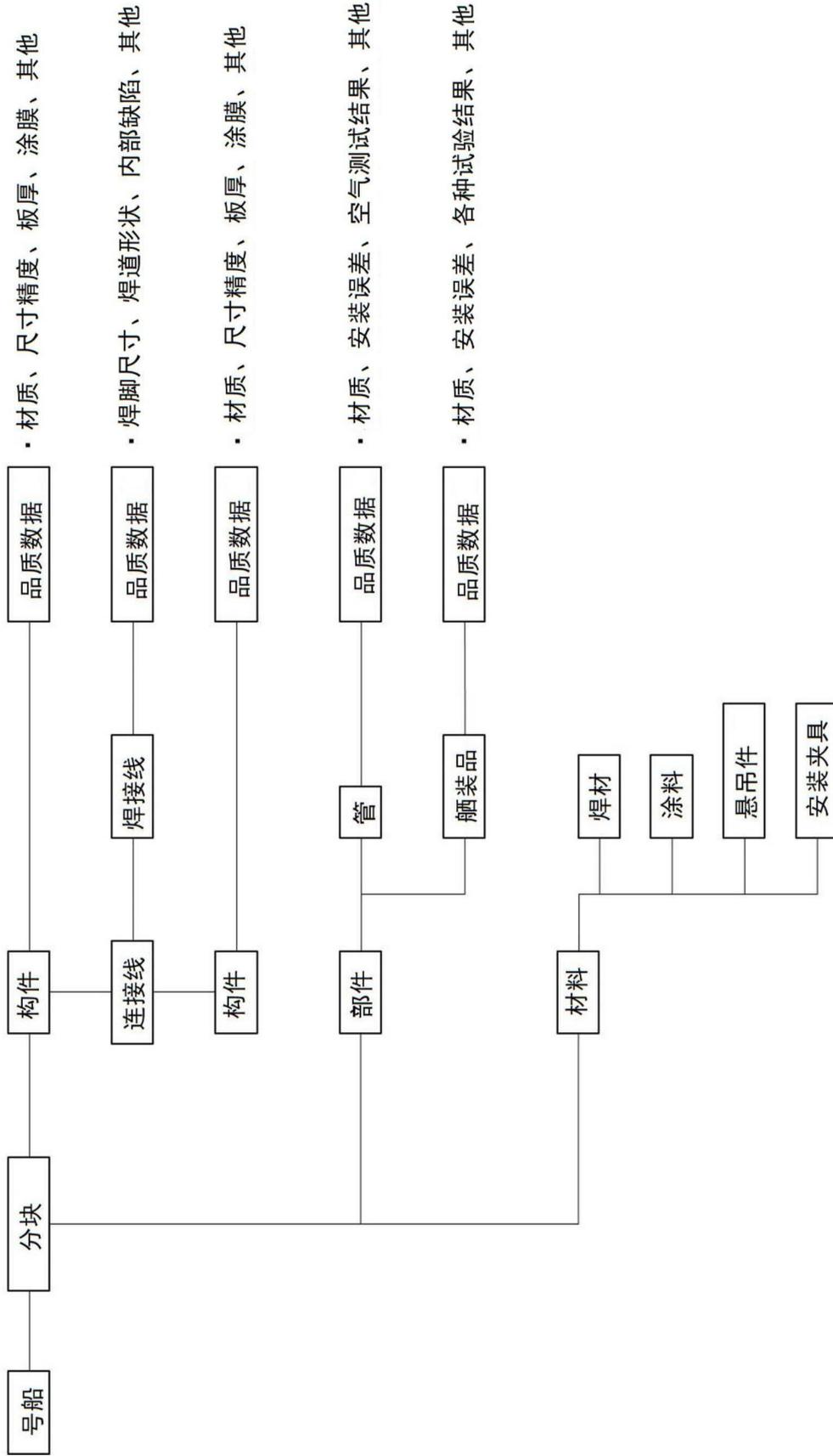


图52

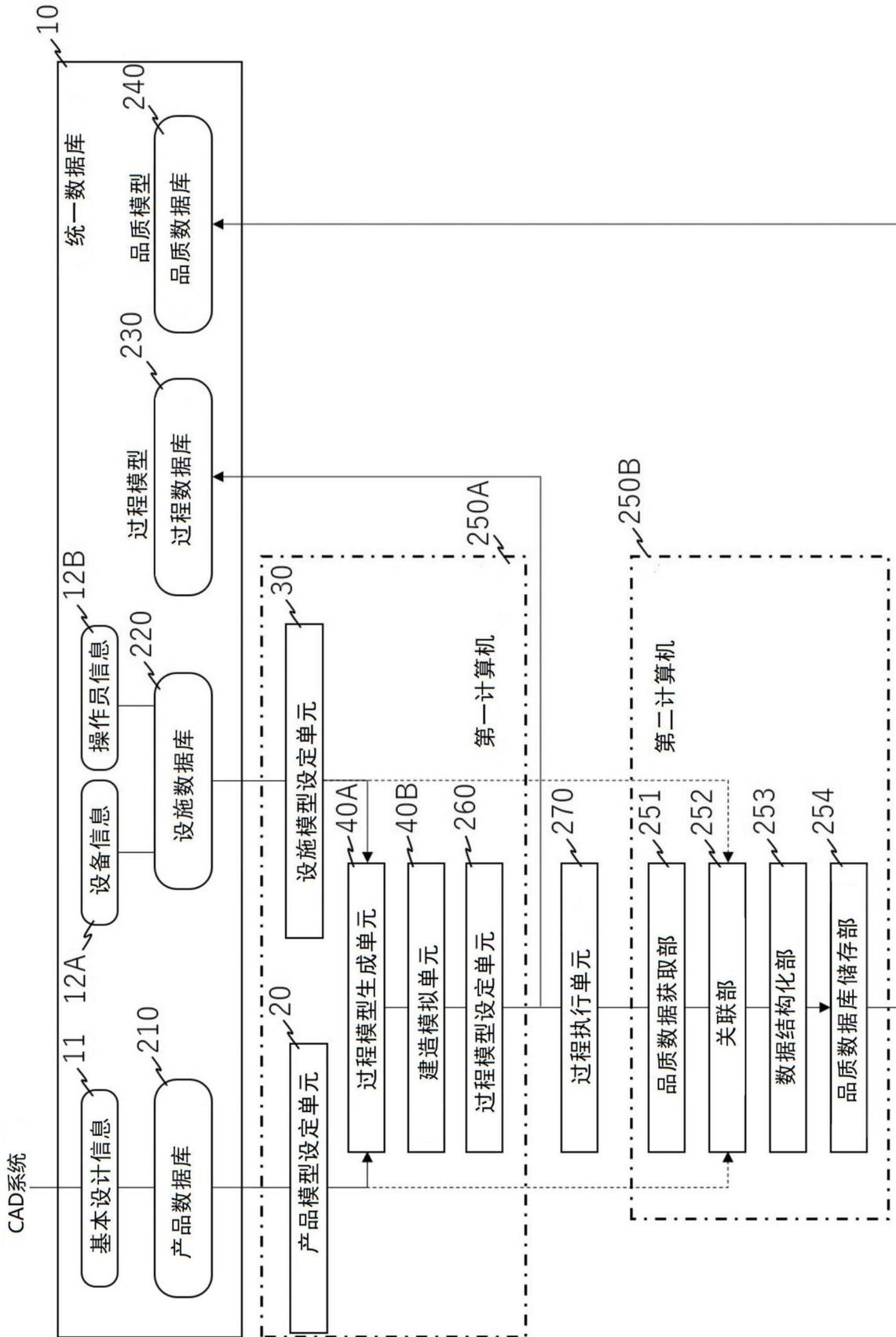


图53

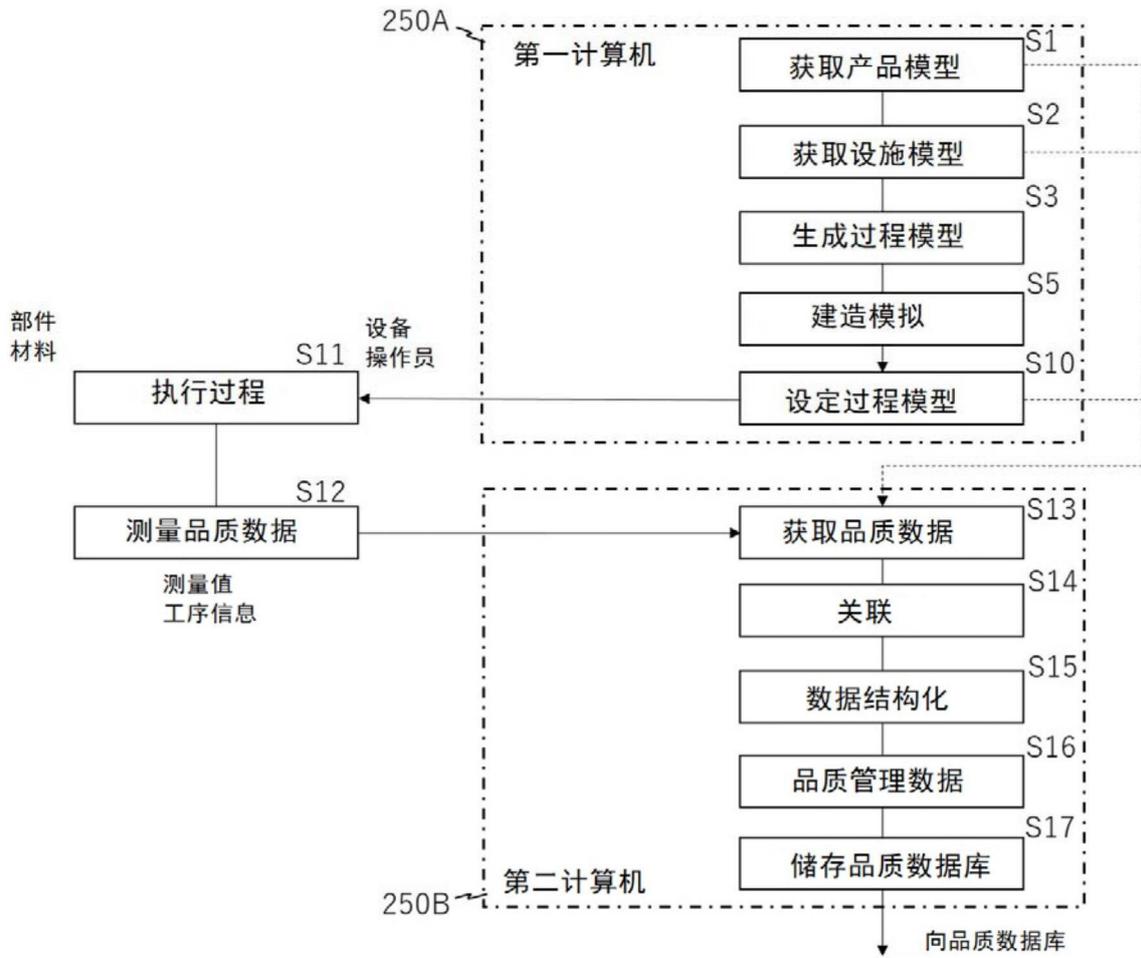


图54

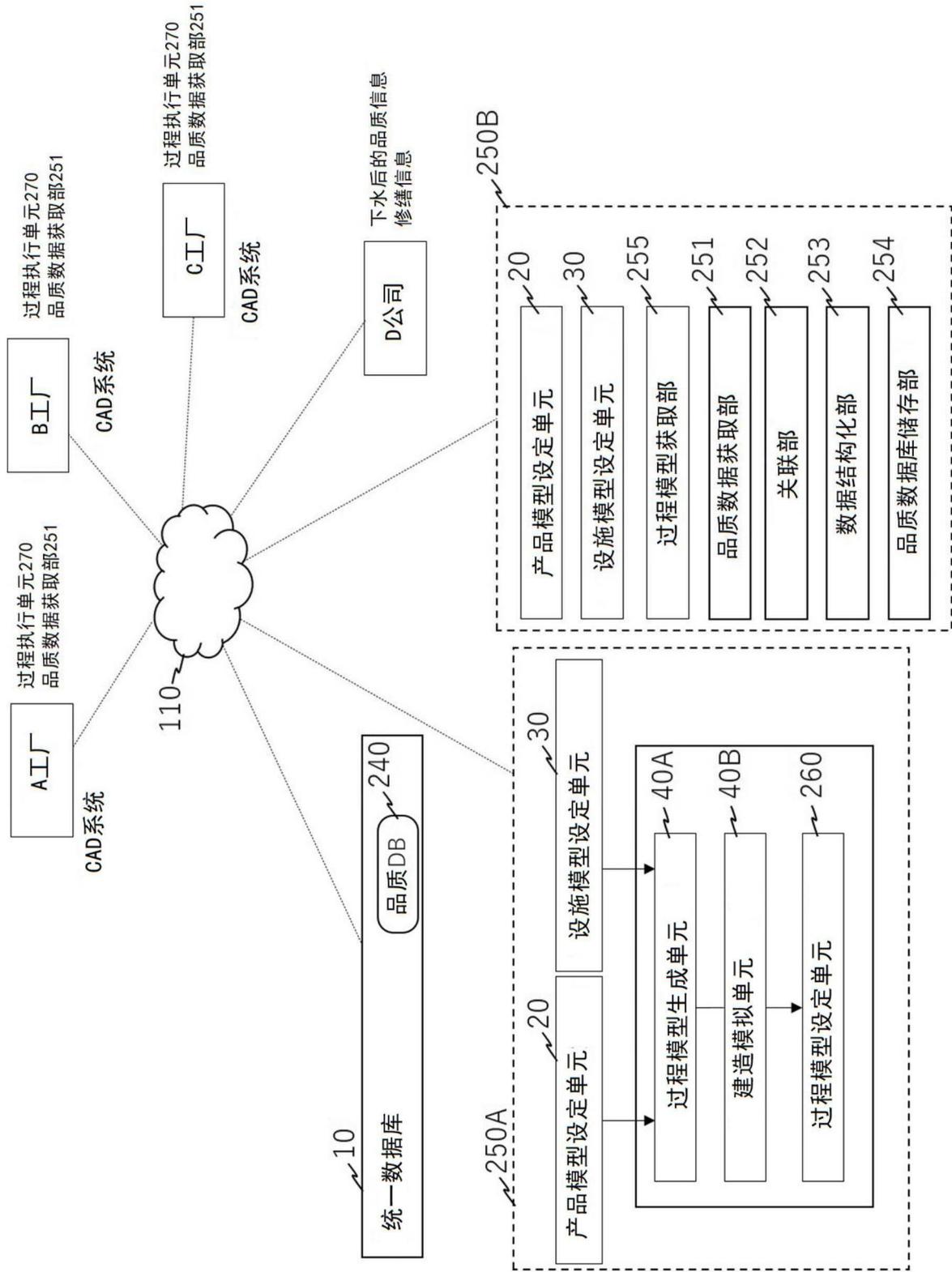


图55

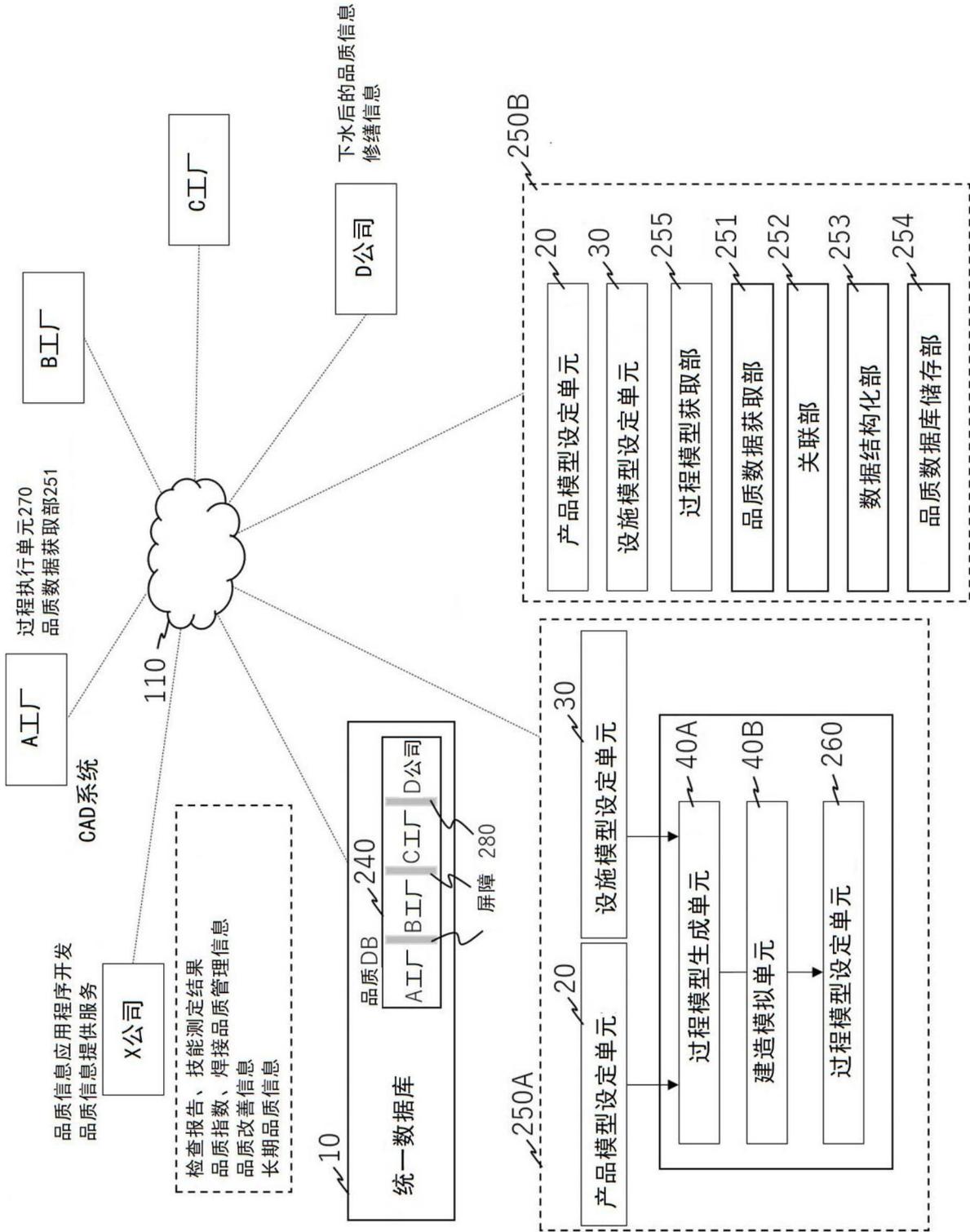


图56

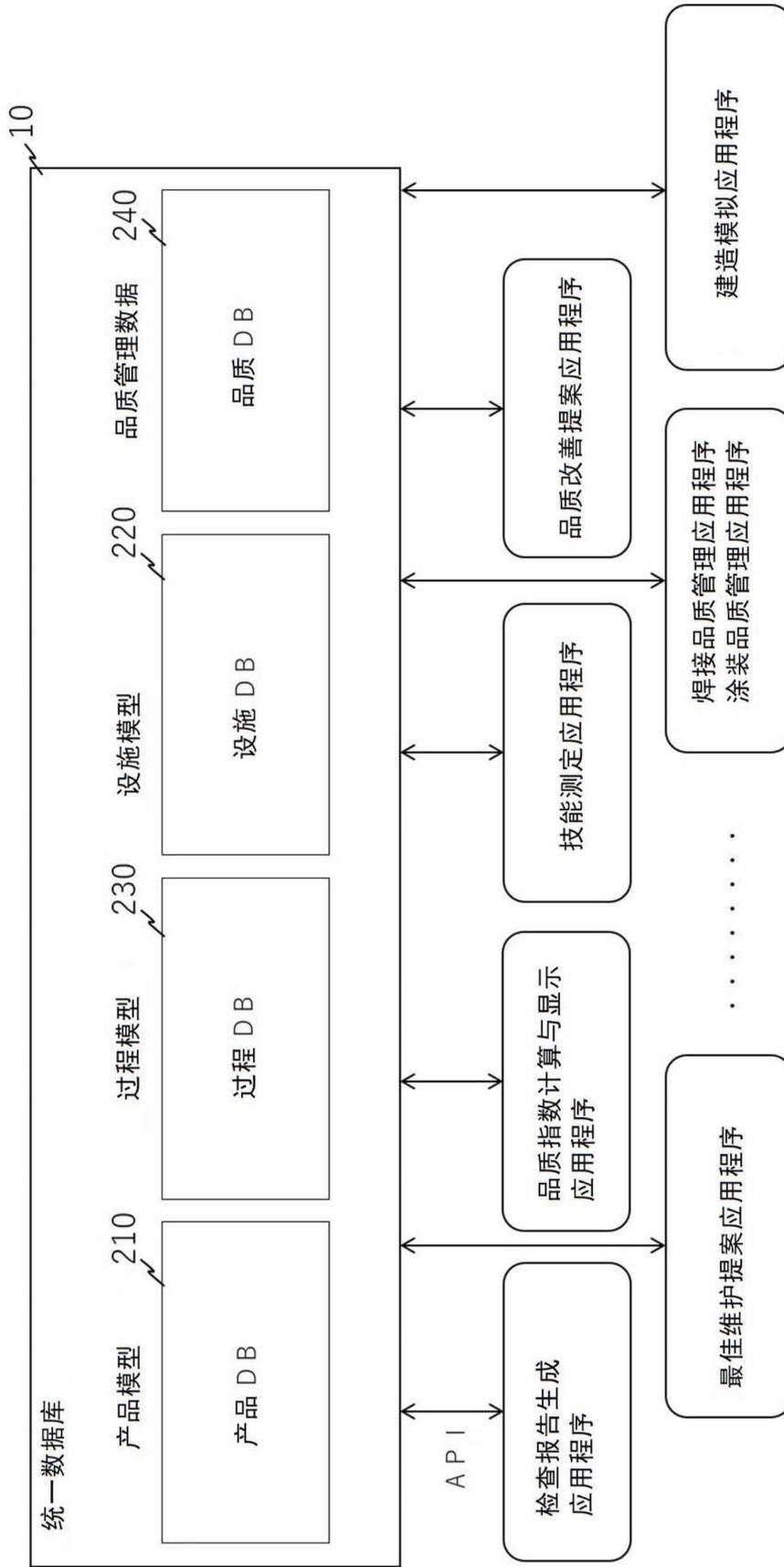


图57

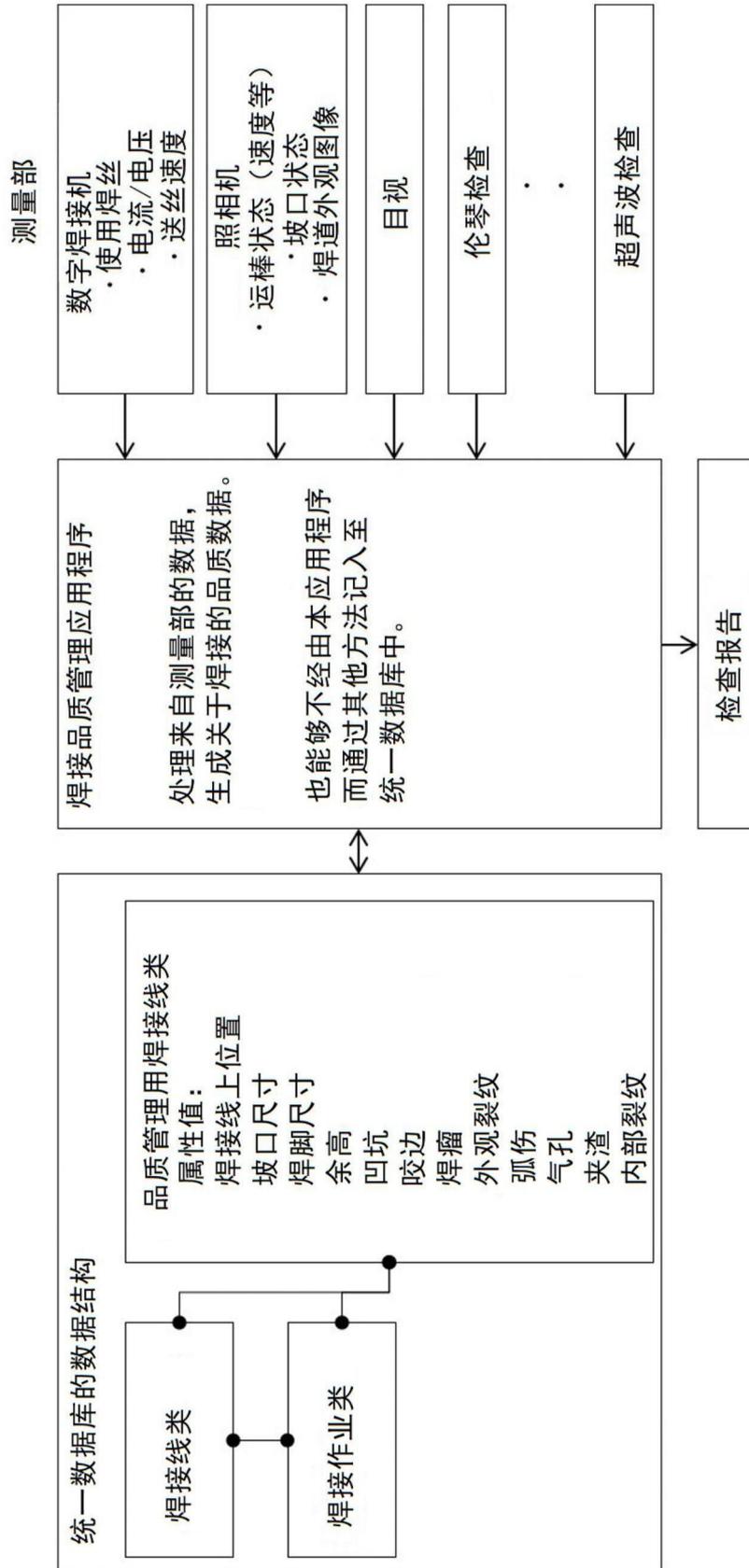


图58

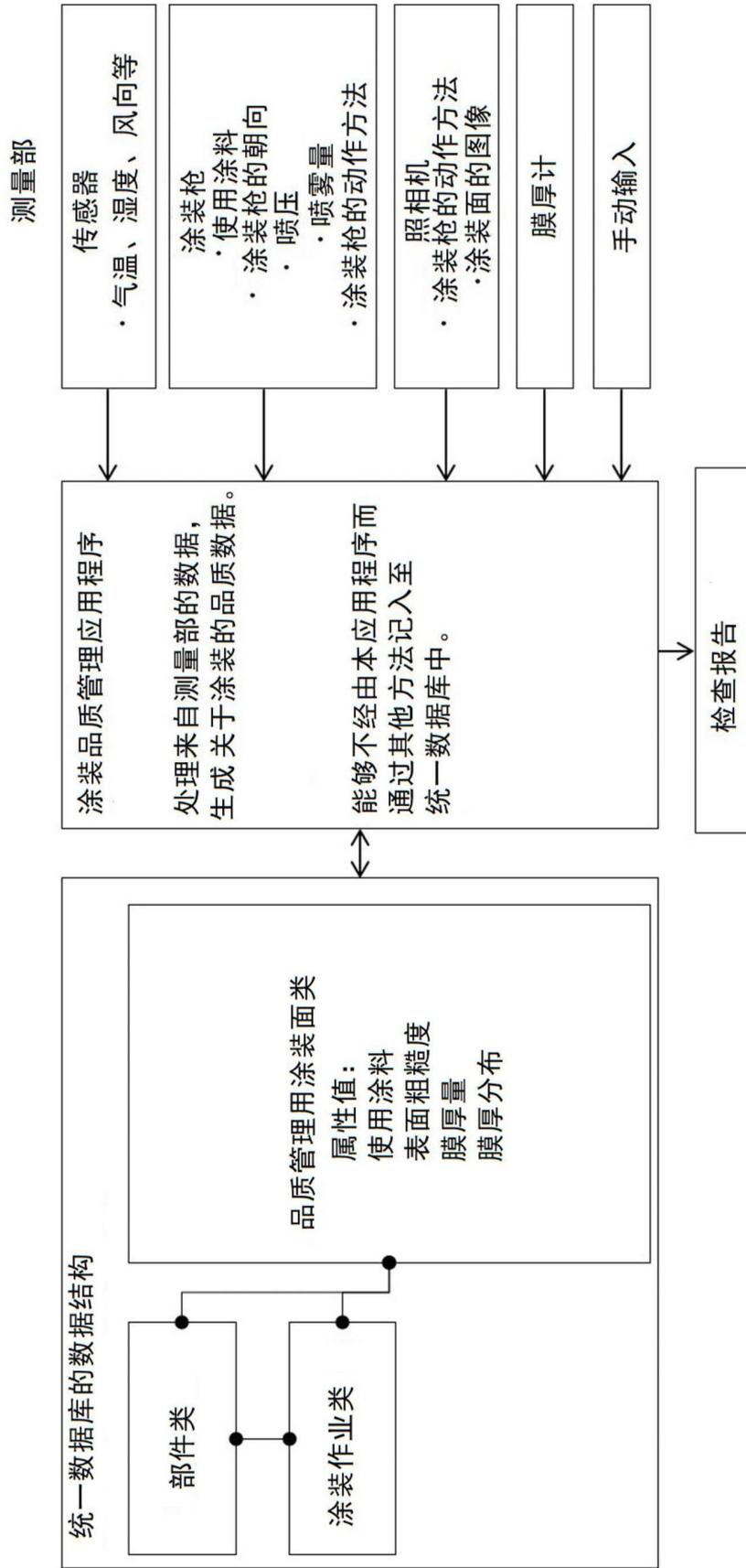


图59

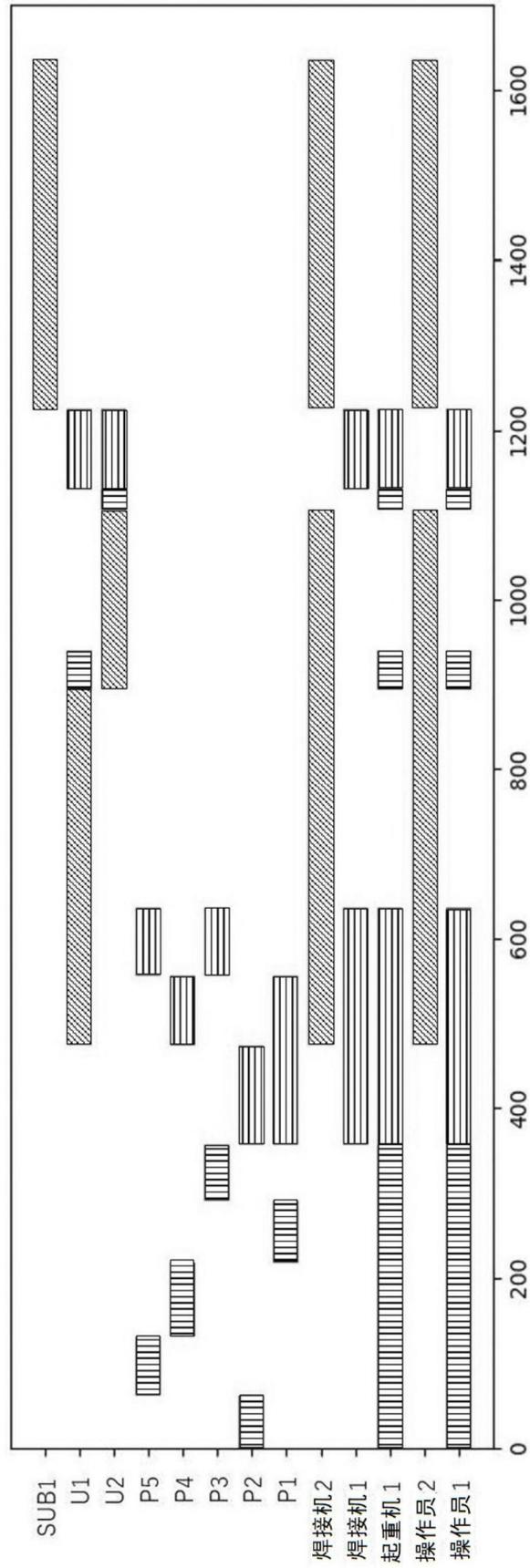


图60

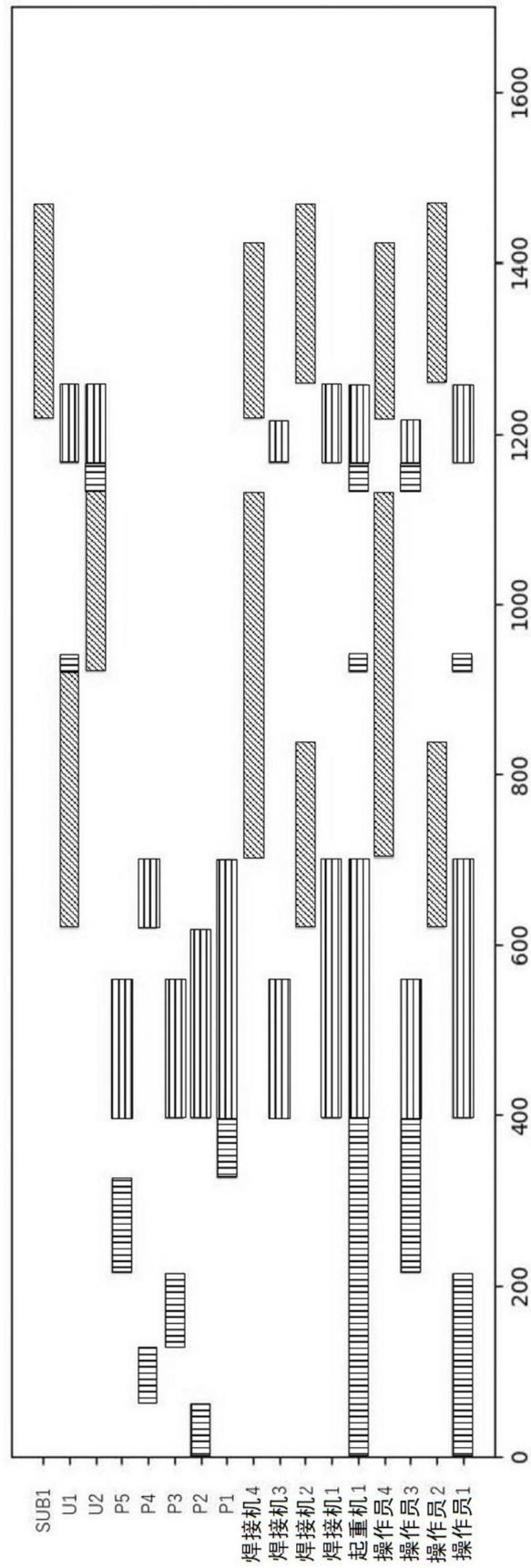


图61

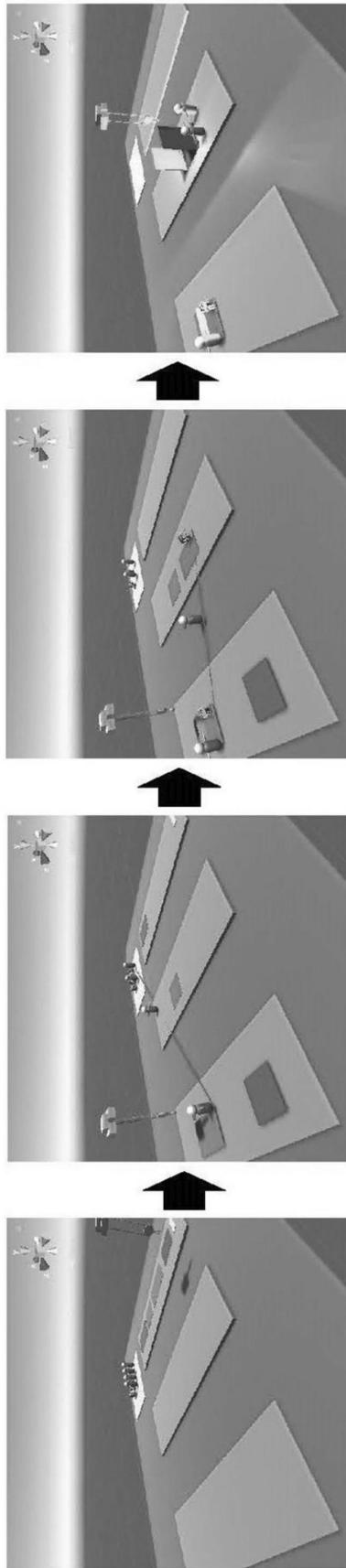


图62