

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 11 月 14 日 (14.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/230205 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 30/20 (2020.01) **G06F 18/241** (2023.01)
G06Q 50/06 (2024.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/070199

(22) 国际申请日: 2024 年 1 月 2 日 (02.01.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310499447.7 2023年5月5日 (05.05.2023) CN

(71) 申请人: 上海美控智慧建筑有限公司 (SHANGHAI KONG INTELLIGENT BUILDING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。广东美的暖通设备有限公司 (GD MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道, Guangdong 528311 (CN)。

(72) 发明人: 单以琳 (SHAN, Yilin); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。岳宝 (YUE, Bao); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。范波 (FAN, Bo); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。阎杰 (YAN, Jie); 中国上海市虹口区

塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。李元阳 (LI, Yuanyang); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。方兴 (FANG, Xing); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。孙井纬 (SUN, Jingwei); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。缪淼 (MIAO, Miao); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。张晓君 (ZHANG, Xiaojun); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。刘峥 (LIU, Zheng); 中国上海市虹口区塘沽路 309 号 14 层 C 室, Shanghai 200080 (CN)。

(74) 代理人: 北京励诚知识产权代理有限公司 (BEIJING LISENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市海淀区阜成路 73 号裕惠大厦 B 座 807, Beijing 100142 (CN)。

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

(54) Title: VIRTUAL COMMISSIONING METHOD FOR WATER SYSTEM

(54) 发明名称: 水系统的虚拟调试方法

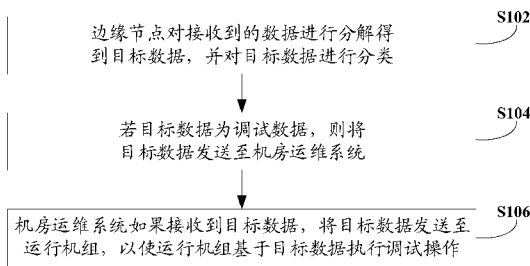


图 1

S102 An edge node decomposes received data to obtain target data, and classifies the target data
S104 If the target data is commissioning data, send the target data to a machine room operation and maintenance system
S106 If the machine room operation and maintenance system receives the target data, send the target data to an operating unit, so that the operating unit executes a commissioning operation on the basis of the target data

(57) Abstract: A virtual commissioning method for a water system, comprising: an edge node decomposing received data to obtain target data, and classifying the target data; if the target data is commissioning data, sending the target data to a machine room operation and maintenance system; and if the machine room operation and maintenance system receives the target data, sending the target data to an operating unit, so that the operating unit executes a commissioning operation on the basis of the target data.

(57) 摘要: 一种水系统的虚拟调试方法包括: 边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据, 并对目标数据进行分类; 若目标数据为调试数据, 则将目标数据发送至机房运维系统; 机房运维系统如果接收到目标数据, 将目标数据发送至运行机组, 以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

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

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

水系统的虚拟调试方法

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为：202310499447.7，申请日为 2023 年 05 月 05 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本公开涉及水系统技术领域，具体而言，涉及一种水系统的虚拟调试方法、装置和电子设备。

背景技术

目前，许多机构和公司都在致力于基于虚拟调试的技术开发，但是针对空调水系统的虚拟调试技术开发仍然较少。大型空调水系统通常体积庞大、涉及到的管路、控制器、执行器较多，且由于安装场地的限制，通常需要依据实际的现场条件进行单独的设计和调试，这种开发方式花费了大量的时间在现场调试，甚至需要常驻现场的人员随时进行维护，极大地延长了项目整体验收的时间。

对于空调水系统的调试，现有技术一般采用的是现场调试的方式，在空调水系统的现场调试过程中，经常会有控制逻辑的调整，这些调整通最终会在现场的设备上执行、例如水机、水泵、冷却塔等，这些设备功耗较大，需要消耗的电力较多，在反复的现场调试中增加了项目的成本。并且，现场设备通常布置的距离较远，想要完成一次完整的测试，需要投入的人力和时间都非常多。如果现场修改的逻辑在功能安全上未加考虑的话，还有可能对设备造成无法挽回的破坏。

并且，随着疫情的复杂化，调试、维护人员需要进过一系列的安全措施才能够抵达现场。如果现场的空调水系统需要及时维护和调试的话，由此导致的客户损失也是非常巨大的。

发明内容

有鉴于此，本公开的目的在于提供一种水系统的虚拟调试方法、装置和电子设备，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低成本，提升客户的有满意度。

本公开实施例提供了一种水系统的虚拟调试方法，方法包括：边缘节点对接收到的

数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

在本公开一些实施例中，上述方法还包括：调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器；云端服务器基于交互数据生成云端数据，将云端数据发送至边缘节点。

在本公开一些实施例中，上述调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器的步骤，包括：调试人员的终端设备通过测试用例将交互数据发送至云端服务器；云端服务器基于交互数据生成云端数据的步骤，包括：云端服务器对交互数据进行订阅和发布，得到云端数据。

在本公开一些实施例中，上述边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据的步骤之后，方法还包括：边缘节点基于目标数据执行参数更新操作。

在本公开一些实施例中，上述对目标数据进行分类的步骤之后，方法还包括：将目标数据发送至自组网系统；自组网系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至自组网系统包括的设备，以使自组网系统包括的设备执行目标数据对应的操作；其中，自组网系统包括直接数字控制器。

在本公开一些实施例中，上述对目标数据进行分类的步骤之后，方法还包括：将目标数据发送至机房孪生模型系统；机房孪生模型系统如果接收到目标数据，基于目标数据对机房孪生模型系统包括的水系统模型执行模型调试操作。

在本公开一些实施例中，上述方法还包括：边缘节点响应调试人员的操作，生成目标数据。

在本公开一些实施例中，上述方法还包括：边缘节点将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统基于选择器将目标数据发送至运行机组；或者，机房运维系统基于选择器将目标数据发送至机房孪生模型系统。

在本公开一些实施例中，上述终端设备与云端服务器连接，云端服务器与边缘节点连接，机房运维系统、自组网系统和机房孪生模型系统均与边缘节点连接，机房运维系统与运行机组连接；其中，边缘节点部署于运行机组的运行场景中。

本公开实施例还提供一种水系统的虚拟调试装置，装置包括：数据分解模块，用于边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；目标数据发送模块，用于若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；运行机组调试模块，用于机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

本公开实施例还提供了一种水系统，包括：

运行机组、机房运维系统和如上述的水系统的虚拟调试装置。

本公开实施例还提供了一种电子设备，包括处理器和存储器，该存储器存储有能够被该处理器执行的计算机可执行指令，该处理器执行该计算机可执行指令以实现上述水系统的虚拟调试方法。

- 5 本公开实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令在被处理器调用和执行时，计算机可执行指令促使处理器实现上述水系统的虚拟调试方法。

本公开实施例带来了以下有益效果：

- 10 本公开实施例提供了一种水系统的虚拟调试方法、装置和电子设备，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。该方式中，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低成本，提升客户的有满意度。

- 15 本公开的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，或者，部分特征和优点可以从说明书推知或毫无疑义地确定，或者通过实施本公开的上述技术即可得知。

为使本公开的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

20 附图说明

为了更清楚地说明本公开具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本公开的一些实施方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- 25 图 1 为本公开实施例提供的一种水系统的虚拟调试方法的流程图；
图 2 为本公开实施例提供的一种水系统的远程调试的架构示意图；
图 3 为本公开实施例提供的另一种水系统的虚拟调试方法的流程图；
图 4 为本公开实施例提供的一种远程调试的示意图；
图 5 为本公开实施例提供的一种水系统的现场调试的架构示意图；
30 图 6 为本公开实施例提供的一种现场调试的示意图；
图 7 为本公开实施例提供的一种边缘调试的数据流的示意图；
图 8 为本公开实施例提供的一种水系统的虚拟调试装置的结构示意图；

图 9 为本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本公开的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

目前，许多机构和公司都在致力于基于虚拟调试的技术开发，但是针对空调水系统的虚拟调试技术开发仍然较少。大型空调水系统通常体积庞大、涉及到的管路、控制器、执行器较多，且由于安装场地的限制，通常需要依据实际的现场条件进行单独的设计和调试，这种开发方式花费了大量的时间在现场调试，甚至需要常驻现场的人员随时进行维护，极大地延长了项目整体验收的时间。

对于空调水系统的调试，现有技术一般采用的是现场调试的方式，在空调水系统的现场调试过程中，经常会有控制逻辑的调整，这些调整最终会在现场的设备上执行，例如水机、水泵、冷却塔等，这些设备功耗较大，需要消耗的电力较多，在反复的现场调试中增加了项目的成本。并且，现场设备通常布置的距离较远，想要完成一次完整的测试，需要投入的人力和时间都非常多。如果现场修改的逻辑在功能安全上未加考虑的话，还有可能对设备造成无法挽回的破坏。

并且，随着疫情的复杂化，调试、维护人员需要进过一系列的安全措施才能够抵达现场。如果现场的空调水系统需要及时维护和调试的话，由此导致的客户损失也是非常巨大的。

综上，现有的空调水系统一般采用的是现场调试的方式，存在一下问题：1、空调水系统现场调试环境复杂，调试过程慢，调试设备能耗高。2、空调水系统现场调试设备操作安全，需要远程响应。3、空调水系统现场调试协议多种多样，设备连接复杂，无法保证安全。

基于此，本公开实施例提供一种水系统的虚拟调试方法、装置和电子设备，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低调试设备能耗；无需远程响应，保证现场调试设备操作安全；快速连接设备，从而提升客户的有满意度。

为便于对本公开实施例进行理解，首先对本公开实施例所公开的一种水系统的虚拟调试方法进行详细介绍。

水系统常用于大型建筑的供冷和供热，室内负荷由系统冷热水运行机组来承担，各

房间风机盘管通过管道与冷热水运行机组相连，通过提供的冷热水来供冷和供热。

其中，水系统可以包括冷冻水循环系统、冷却水循环系统及主机等部分。

本公开实施例提供一种水系统的虚拟调试方法，参见图 1 所示的一种水系统的虚拟调试方法的流程图，该水系统的虚拟调试方法包括如下步骤：

- 5 步骤 S102，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类。

本公开实施例中的边缘节点一般设置于运行机组现场。边缘节点是对边缘网关、边缘控制器、边缘服务器等边缘侧多种产品形态的基础共性能力的逻辑抽象，可以具备边缘侧实时数据分析、本地数据存储、实时网络联接等共性能力。

- 10 边缘节点可以接收云端服务器发送的云端数据，对云端数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类。此外，边缘节点还可以接收非云端数据，对非云端数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类。

步骤 S104，若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统。

- 15 若目标数据为调试数据，边缘节点可以将目标数据发送至机房运维系统。此外，边缘节点还可以将自组网系统或机房孪生模型系统。

其中，机房运维系统用于对运行机组进行维护，运行机组是指水系统中正在运行的物理设备，运行机组可以为：水机、水泵、冷却塔等设备。自组网系统是一种移动通信和计算机网络相结合的网络，网络的信息交换采用计算机网络中的分组交换机制，用户终端是可以移动的便携式终端，自组网中每个用户终端都兼有路由器和主机两种功能。

- 20 机房孪生模型系统中可以设置有虚拟的多个水系统模型，本公开实施例中还可以对上述水系统模型进行调试。为了解决空调水系统现场调试慢的问题，本公开实施例可以基于 Modelica 语言建立水系统模型，将水系统模型中的各个部件单独生成可以在 Linux 嵌入式平台部署的动态链接库，可以实现每个部件模型的单独升级，减少了升级所需的数据流量。

- 25 其中，Modelica 是一种开放、面向对象、基于方程的计算机语言，可以跨越不同领域，方便地实现复杂物理系统的建模，包括：机械、电子、电力、液压、热、控制及面向过程的子系统模型。

步骤 S106，机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

- 30 如果目标数据发送至机房运维系统，机房运维系统接收目标数据，将目标数据发送至运行机组，运行机组可以基于目标数据进行调试。因此，本公开实施例中采用了云端和边缘端的方式实现一站式的水系统调试解决方案，可以让调试人员无论身处何处都能

够对现场的空调水系统的运行机组进行控制策略的修改、控制效果的验证以及最终策略的部署。

本公开实施例提供了一种水系统的虚拟调试方法，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。该方式中，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低成本，提升客户的有满意度。

本公开实施例提供了另一种水系统的虚拟调试方法，该方法在上述实施例的基础上实现，参见图 2 所示的一种水系统的远程调试的架构示意图，终端设备与云端服务器连接，云端服务器与边缘节点连接，机房运维系统、自组网系统和机房孪生模型系统均与边缘节点连接，机房运维系统与运行机组连接；其中，边缘节点部署于运行机组的运行场景中。

在本公开实施例中的水系统的虚拟调试的架构中，可以采用多校验协议，从而保证全链路的数据安全，减少由于通讯故障、人为误操作的几率。

基于上述描述，如图 3 所示的另一种水系统的虚拟调试方法的流程图，本公开实施例中的水系统的虚拟调试方法包括如下步骤：

步骤 S302，调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器。

其中，调试人员可以为对水系统进行虚拟调试的人员。调试人员的终端设备可以为电脑、手机、平板电脑等具有人机交互和通信功能的设备，调试人员可以通过操作终端设备生成交互数据，调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器。

在一些实施例中，本公开实施例中的调试人员的终端设备可以通过测试用例将交互数据发送至云端服务器。

如图 2 所示，在调试人员远离运行机组的现场的情况下，可以采用远程调试的方式，调试人员可以采用编写测试用例的方式、直接控制的方式将指令和数据发送至云端服务器。

步骤 S304，云端服务器基于交互数据生成云端数据，将云端数据发送至边缘节点。

云端服务器是一种简单高效、安全可靠、处理能力可弹性伸缩的计算服务。云端服务器可以接收调试人员的终端设备发送的交互数据，基于交互数据生成云端数据，并将云端数据发送至边缘节点。

在一些实施例中，本公开实施例中的云端服务器可以对交互数据进行订阅和发布，得到云端数据。

如图 2 所示，云端服务器在接收到交互数据后，可以通过基于 Modelica 的 MQTT

（消息队列遥测传输）节点，对交互的数据进行订阅和发布。MQTT 是一个基于客户端-服务器的消息发布/订阅传输协议。MQTT 协议是轻量、简单、开放和易于实现的，这些特点使它适用范围非常广泛。在很多情况下，包括受限的环境中，如：机器与机器的通信和物联网。MQTT 在通过卫星链路通信传感器、偶尔拨号的医疗设备、智能家居、及一些小型化设备中已广泛使用。

步骤 S306，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统。

本公开实施例中的边缘节点可以部署在运行机组的现场。部署在现场的边缘节点负责将云端数据进行分解得到目标数据，确定哪些目标数据是和机房运维系统进行交互的；哪些目标数据是和机房孪生模型系统进行交互的；哪些目标数据是更新边缘节点的自身参数的；哪些目标数据是与自组网系统进行交互的。是否需要基于实际的设备测试，还是部分设备是实际部分设备是模型，还是所有的设备都是模型。这些都可以基于用户的需求进行调整。

在一些实施例中，本公开实施例中的边缘节点基于目标数据执行参数更新操作。如果边缘节点确定目标数据是更新边缘节点的自身参数的，边缘节点可以执行参数更新操作，以更新缘节点的自身参数。

在一些实施例中，本公开实施例中可以将目标数据发送至自组网系统；自组网系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至自组网系统包括的设备，以使自组网系统包括的设备执行目标数据对应的操作；其中，自组网系统包括直接数字控制器（DDC，Direct Digital Control）。

DDC 控制器的组成通常包括中央控制设备（集中控制电脑、彩色监视器、键盘、打印机、不间断电源、通讯接口等）、现场 DDC 控制器、通讯网络，以及相应的传感器、执行器、调节阀等元器件。

DDC 控制器是整个控制系统的核心，是系统实现控制功能的关键部件。它的工作过程是控制器通过模拟量输入通道（AI）和数字量输入通道（DI）采集实时数据，并将模拟量信号转变成计算机可接收的数字信号（A/D 转换），然后按照一定的控制规律进行运算，最后发出控制信号，并将数字量信号转变成模拟量信号（D/A 转换），并通过模拟量输出通道（AO）和数字量输出通道（DO）直接控制设备的运行。

在一些实施例中，本公开实施例中可以将目标数据发送至机房孪生模型系统；机房孪生模型系统如果接收到目标数据，基于目标数据对机房孪生模型系统包括的水系统模型执行模型调试操作。

机房孪生模型系统中可以设置有虚拟的多个水系统模型，本公开实施例可以基于

Modelica 语言建立水系统模型，将水系统模型中的各个部件单独生成可以在 Linux 嵌入式平台部署的动态链接库，可以实现每个部件模型的单独升级，减少了升级所需的数据流量。

对于远程调试的具体流程，可以参见图 4 所示的一种远程调试的示意图，调试人员的终端设备首先准备指令，将指令下发至云端服务器。云端服务器接收指令，处理异常，再处理指令。边缘节点接收指令，依次处理 Modbus、Bacnet（一种智能建筑的通信协议）和 DB（数据库），再处理异常，将指令分类。

分类后的指令可以被云端服务器处理，记录结果后返回至调试人员的终端设备。分类后的指令也可以被机房孪生模型系统处理，机房孪生模型系统接收指令后，获取机房运维系统发送的数据，运行求解，写入数据。之后再一次获取机房运维系统发送的数据，运行求解，写入数据。如果出现异常就进行报警，最后将指令和数据发送至边缘节点。

本公开实施例中的调试人员除了可以通过终端设备进行远程调试，还可以通过设置在现场的边缘节点进行现场调试，例如：边缘节点响应调试人员的操作，生成目标数据。即调试人员可以直接通过边缘节点进行操作，边缘节点生成目标数据。

在一些安全等级较高的安装现场中，数据的交互只能在设备的现场进行。因此在云端数据无法和边缘端进行交互的情况下，需要采用现场调试的框架。

在一些实施例中，本公开实施例中的边缘节点将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统基于选择器将目标数据发送至运行机组；或者，机房运维系统基于选择器将目标数据发送至机房孪生模型系统。

参见图 5 所示的一种水系统的现场调试的架构示意图，调试人员可以通过现场调试的方式对边缘节点和控制运维系统进行数据链接。其中，模型服务器、测试服务器等都可以部署在边缘节点中。在边缘节点接入现场的网络后，用户可以通过本地服务器进入网络，相关的操作和云端服务器保持一致。

其中，基于边缘节点的现场调试的方式和基于云端的远程调试的方式相比，安全性较高，并且由于有专业的技术人员在现场，可以更快速地对现场设备进行处理。但是，基于云端的远程调试的方式不需要调试人员在现场，能够及时为客户提供有效的解决方案。

对于现场调试的具体流程，可以参见图 6 所示的一种现场调试的示意图，调试人员首先准备指令，将指令下发至边缘节点。边缘节点接收指令，处理异常，再处理指令。边缘节点依次处理 Modbus、Bacnet（一种智能建和 DB，再处理异常，将指令分类。

分类后的指令可以被边缘节点处理，记录结果后返回至调试人员的终端设备。分类后的指令也可以被机房孪生模型系统处理，机房孪生模型系统接收指令后，获取机房运

维系统发送的数据，运行求解，写入数据。之后再一次获取机房运维系统发送的数据，运行求解，写入数据。如果出现异常就进行报警，最后将指令和数据发送至边缘节点。

参见图 7 所示的一种边缘调试的数据流的示意图，在边缘侧部署时，用户需要将边缘节点和原先的运维系统相结合，可以通过选择器对需要控制的数据和设备进行处理，例如冷却塔转速、冷冻侧水泵转速、冷却侧水泵转速、进出水温度等。

选择器可以根据需求将选择是采用模型的数据还是实际设备的数据、是采用现场控制器的控制还是用户修改后的控制，通过选择器框架，可以实现复杂的功能，例如故障注入、数据修正、通讯模拟、设备切换、多目标优化等，这些工具能够有效的解决调试过程中的问题。

步骤 S308，机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

本公开实施例提供的上述方法，依据安装调试现场的安全等级，评估是否可以采用云端的调试框架，如果使用云端框架，则在边缘端使能和云端链接的安全协议。

本公开实施例在云端部署用户服务器，仿真模型更新服务，多校验的即时通讯服务。用户通过网页访问服务器后，通过即时通讯服务启动部署在边缘侧的服务器，边缘端返回状态，系统开始进入远程调试功能。

本公开实施例在边缘侧部署用户服务器、模型服务器、以及通讯组件。用户服务器负责实现用户和系统模型、实际机组设备进行交互，实现测试、故障注入、通讯模拟、多目标优化、模型更新等功能。用户服务器和模型服务器之间通过 IPC（Inter-Process Communication，进程间通信）进行连接，并通过选择器进行数据流的控制。

本公开实施例边缘端通过 Bacnet IP（Internet Protocol，网际互连协议）、Modbus-TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）、Modbus-RTU（Remote Terminal Unit，远程终端单元）接口接入现场控制网路，接入网路的数据在组网通讯组件中完成，通过选择器对模型和现场设备回传的数据进行区分，当需要判断故障时，可将模型的输出数据和现场设备的数据相比较，确定问题发生的位置。

本公开实施例可以基于 Modelica 语言建立水系统模型，可以解决空调水系统现场调试慢的问题，将水系统模型中的各个部件单独生成可以在 Linux 嵌入式平台部署的动态链接库，可以实现每个部件模型的单独升级，减少了升级所需的数据流量。本公开实施例中采用了云端和边缘端的方式实现一站式的水系统调试解决方案，可以让调试人员无论身处何处都能够对现场的空调水系统的运行机组进行控制策略的修改、控制效果的验证以及最终策略的部署。在本公开实施例中的水系统的虚拟调试的架构中，可以采用多校验协议，从而保证全链路的数据安全，减少由于通讯故障、人为误操作的几率。

对应于上述方法实施例，本公开实施例提供了一种水系统的虚拟调试装置，参见图8所示的一种水系统的虚拟调试装置的结构示意图，该水系统的虚拟调试装置包括：

数据分解模块81，用于边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；

5 目标数据发送模块82，用于若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；

运行机组调试模块83，用于机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。

10 本公开实施例提供了一种水系统的虚拟调试装置，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。该方式中，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低成本，提升客户的有满意度。

15 上述装置包括：云端数据处理模块，用于调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器；云端服务器基于交互数据生成云端数据，将云端数据发送至边缘节点

上述云端数据处理模块，用于调试人员的终端设备通过测试用例将交互数据发送至云端服务器；上述云端数据处理模块，用于云端服务器对交互数据进行订阅和发布，得到云端数据。

上述装置还包括：边缘节点更新模块，用于缘节点基于目标数据执行参数更新操作。

20 上述装置还包括：自组网系统处理模块，用于将目标数据发送至自组网系统；自组网系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至自组网系统包括的设备，以使自组网系统包括的设备执行目标数据对应的操作；其中，自组网系统包括直接数字控制器。

25 上述装置还包括：机房孪生模型系统处理模块，用于将目标数据发送至机房孪生模型系统；机房孪生模型系统如果接收到目标数据，基于目标数据对机房孪生模型系统包括的水系统模型执行模型调试操作。

上述装置还包括：目标数据生成模块，用于边缘节点将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统基于选择器将目标数据发送至运行机组；或者，机房运维系统基于选择器将目标数据发送至机房孪生模型系统。

30 上述终端设备与云端服务器连接，云端服务器与边缘节点连接，机房运维系统、自组网系统和机房孪生模型系统均与边缘节点连接，机房运维系统与运行机组连接；其中，边缘节点部署于运行机组的运行场景中。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的水系统

的虚拟调试装置的具体工作过程，可以参考前述的水系统的虚拟调试方法的实施例中的对应过程，在此不再赘述。

对应于上述装置实施例，本公开实施例提供了一种水系统，该水系统包括：

运行机组、机房运维系统和如上述的水系统的虚拟调试装置。

5 本公开实施例提供了一种水系统，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对目标数据进行分类；若目标数据为调试数据，则将目标数据发送至机房运维系统；机房运维系统如果接收到目标数据，将目标数据发送至运行机组，以使运行机组基于目标数据执行调试操作。该方式中，调试人员无需前往现场，就可以对水系统的运行机组进行调试，从而增加调试的效率，降低成本，提升客户的有满意度。本公开实施例
10 还提供了一种电子设备，用于运行上述水系统的虚拟调试方法；参见图 9 所示的一种电子设备的结构示意图，该电子设备包括存储器 100 和处理器 101，其中，存储器 100 用于存储一条或多条计算机指令，一条或多条计算机指令被处理器 101 执行，以实现上述水系统的虚拟调试方法。

进一步地，图 9 所示的电子设备还包括总线 102 和通信接口 103，处理器 101、通
15 信接口 103 和存储器 100 通过总线 102 连接。

其中，存储器 100 可能包含高速随机存取存储器（RAM，Random Access Memory），也可能还包括非不稳定的存储器（non-volatile memory），例如至少一个磁盘存储器。通过至少一个通信接口 103（可以是有线或者无线）实现该系统网元与至少一个其他网元之间的通信连接，可以使用互联网，广域网，本地网，城域网等。总线 102 可以是 ISA
20 总线、PCI 总线或 EISA 总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 9 中仅用一个双向箭头表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

处理器 101 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 101 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 101 可以是通用处理器，包括中央处理器(Central Processing Unit，简称 CPU)、网络处理器(Network Processor，简称 NP)等；还可以是数字信号处理器(Digital
25 Signal Processor，简称 DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit，简称 ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array，简称 FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本公开实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本公开实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件
30 译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储

器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 100，处理器 101 读取存储器 100 中的信息，结合其硬件完成前述实施例的方法的步骤。

本公开实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令在被处理器调用和执行时，计算机可执行指令促使处理器实现上述水系统的虚拟调试方法，具体实现可参见方法实施例，在此不再赘述。

本公开实施例所提供的水系统的虚拟调试方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质的计算机程序产品，包括存储了程序代码的计算机可读存储介质，程序代码包括的指令可用于执行前面方法实施例中的方法，具体实现可参见方法实施例，在此不再赘述。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统和/或装置的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

另外，在本公开实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在本公开的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本公开的具体实施方式，用以说明本公开的技术方案，而非对其限制，本公开的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修

改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本公开实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种水系统的虚拟调试方法，其中，所述方法包括：

边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对所述目标数据进行分类；

若所述目标数据为调试数据，则将所述目标数据发送至机房运维系统；

5 所述机房运维系统如果接收到所述目标数据，将所述目标数据发送至运行机组，以使所述运行机组基于所述目标数据执行调试操作。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：

调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器；

所述云端服务器基于所述交互数据生成云端数据，将所述云端数据发送至边缘节点。

10 3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，调试人员的终端设备将交互数据发送至云端服务器的步骤，包括：调试人员的终端设备通过测试用例将交互数据发送至云端服务器；

所述云端服务器基于所述交互数据生成云端数据的步骤，包括：所述云端服务器对所述交互数据进行订阅和发布，得到云端数据。

15 4、根据权利要求 1 至 3 任一项所述的方法，其中，边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据的步骤之后，所述方法还包括：

所述边缘节点基于所述目标数据执行参数更新操作。

5、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其中，对所述目标数据进行分类的步骤之后，所述方法还包括：

将所述目标数据发送至自组网系统；

20 所述自组网系统如果接收到所述目标数据，将所述目标数据发送至所述自组网系统包括的设备，以使所述自组网系统包括的设备执行所述目标数据对应的操作；其中，所述自组网系统包括直接数字控制器。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，对所述目标数据进行分类的步骤之后，所述方法还包括：

25 将所述目标数据发送至机房孪生模型系统；

所述机房孪生模型系统如果接收到所述目标数据，基于所述目标数据对所述机房孪生模型系统包括的水系统模型执行模型调试操作。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述边缘节点将所述目标数据发送至所述机房运维系统；

30 所述机房运维系统基于选择器将所述目标数据发送至运行机组；或者，所述机房运维系统基于所述选择器将所述目标数据发送至所述机房孪生模型系统。

8、根据权利要求 6 所述的方法，其中，终端设备与云端服务器连接，所述云端服务器

与所述边缘节点连接，所述机房运维系统、所述自组网系统和所述机房孪生模型系统均与所述边缘节点连接，所述机房运维系统与所述运行机组连接；其中，所述边缘节点部署于所述运行机组的运行场景中。

9、根据权利要求 1 至 8 任一项所述的方法，其中，所述方法还包括：

5 所述边缘节点响应调试人员的操作，生成所述目标数据。

10、一种水系统的虚拟调试装置，其中，所述装置包括：

数据分解模块，用于边缘节点对接收到的数据进行分解得到目标数据，并对所述目标数据进行分类；

10 目标数据发送模块，用于若所述目标数据为调试数据，则将所述目标数据发送至机房运维系统；

运行机组调试模块，用于所述机房运维系统如果接收到所述目标数据，将所述目标数据发送至运行机组，以使所述运行机组基于所述目标数据执行调试操作。

11、一种水系统，其中，包括：

运行机组、机房运维系统和如权利要求 10 所述的水系统的虚拟调试装置。

15 12、一种电子设备，其中，包括处理器和存储器，所述存储器存储有能够被所述处理器执行的计算机可执行指令，所述处理器执行所述计算机可执行指令以实现权利要求 1 至 9 任一项所述的水系统的虚拟调试方法。

20 13、一种计算机可读存储介质，其中，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令在被处理器调用和执行时，计算机可执行指令促使处理器实现权利要求 1 至 9 任一项所述的水系统的虚拟调试方法。

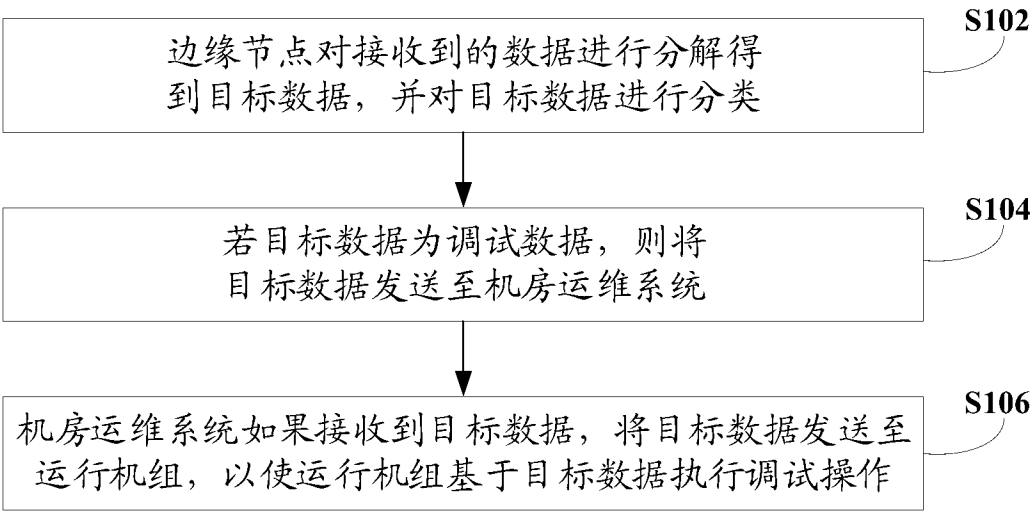


图 1

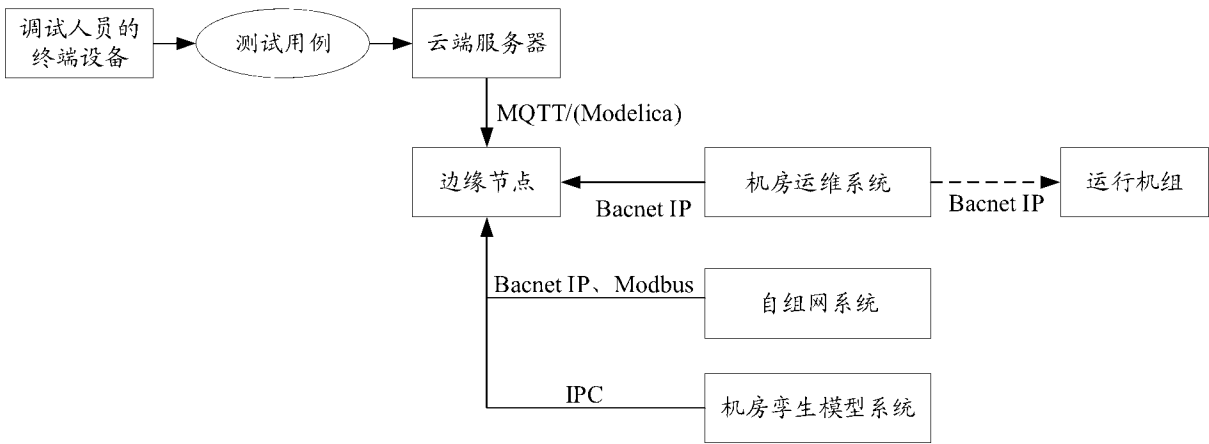


图 2

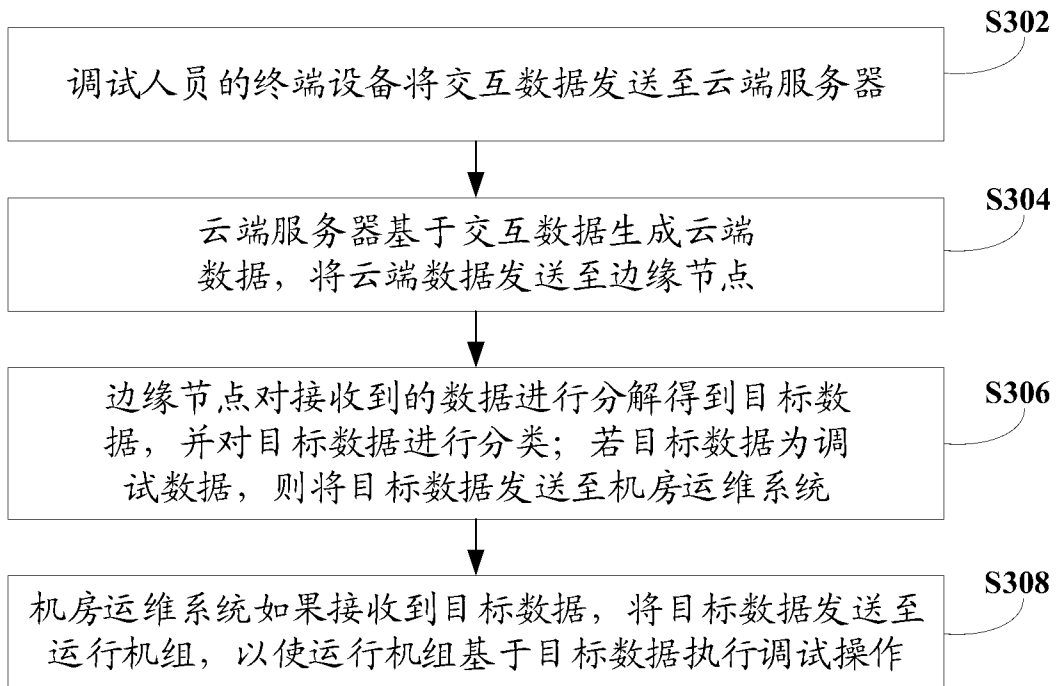


图 3

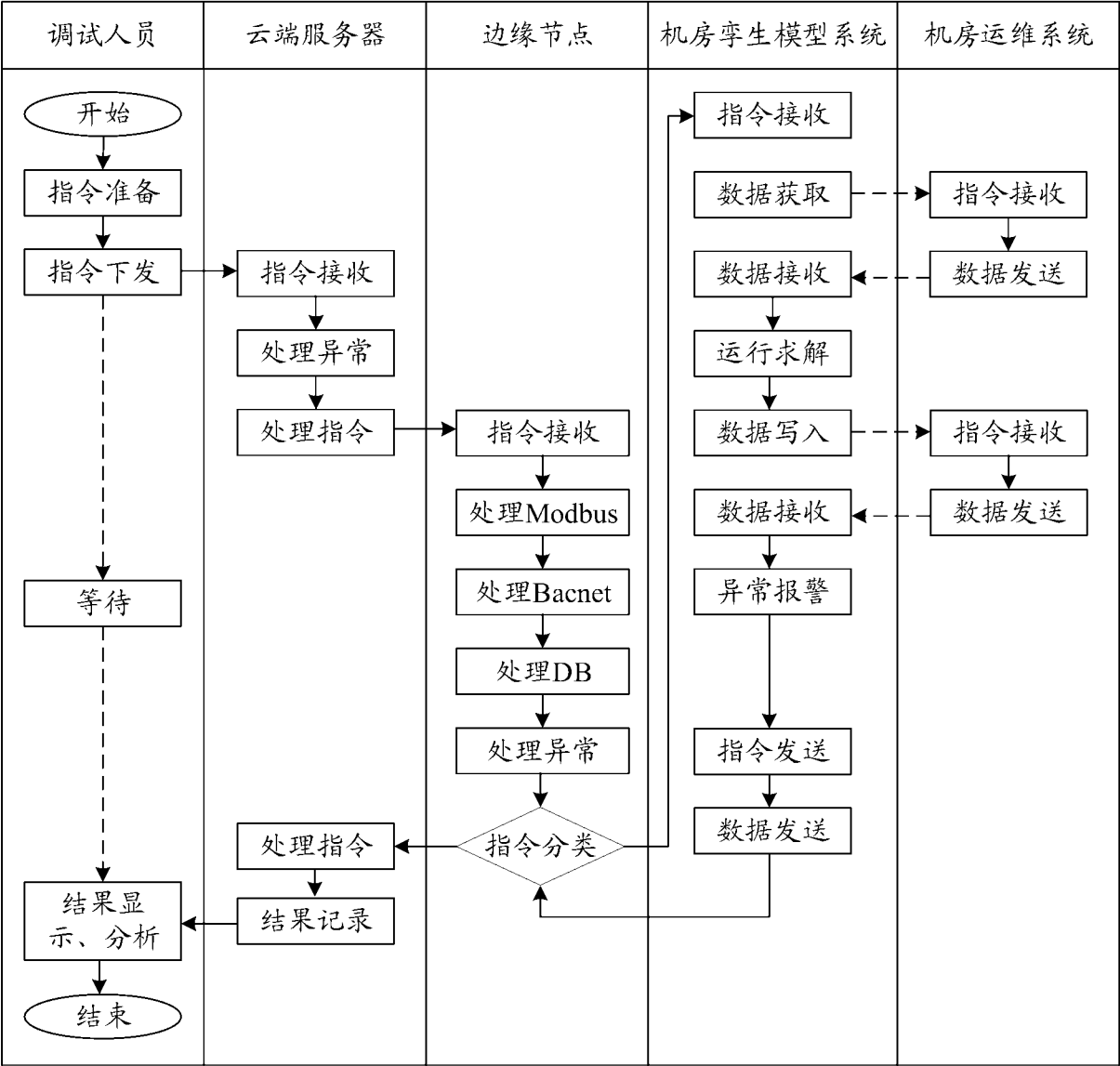


图 4

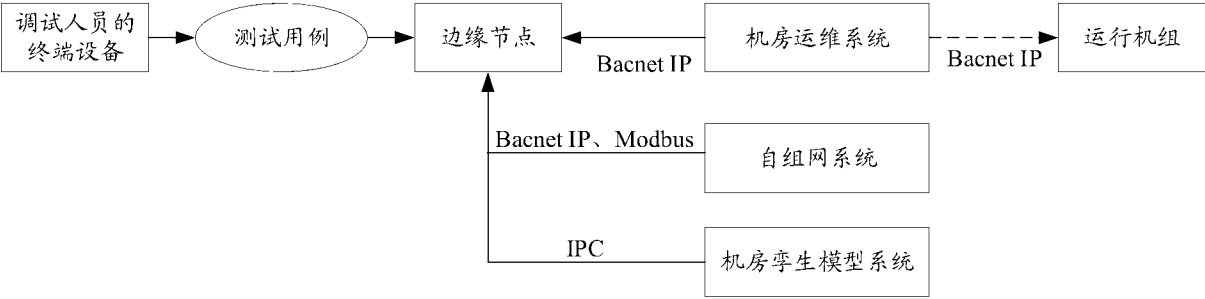


图 5

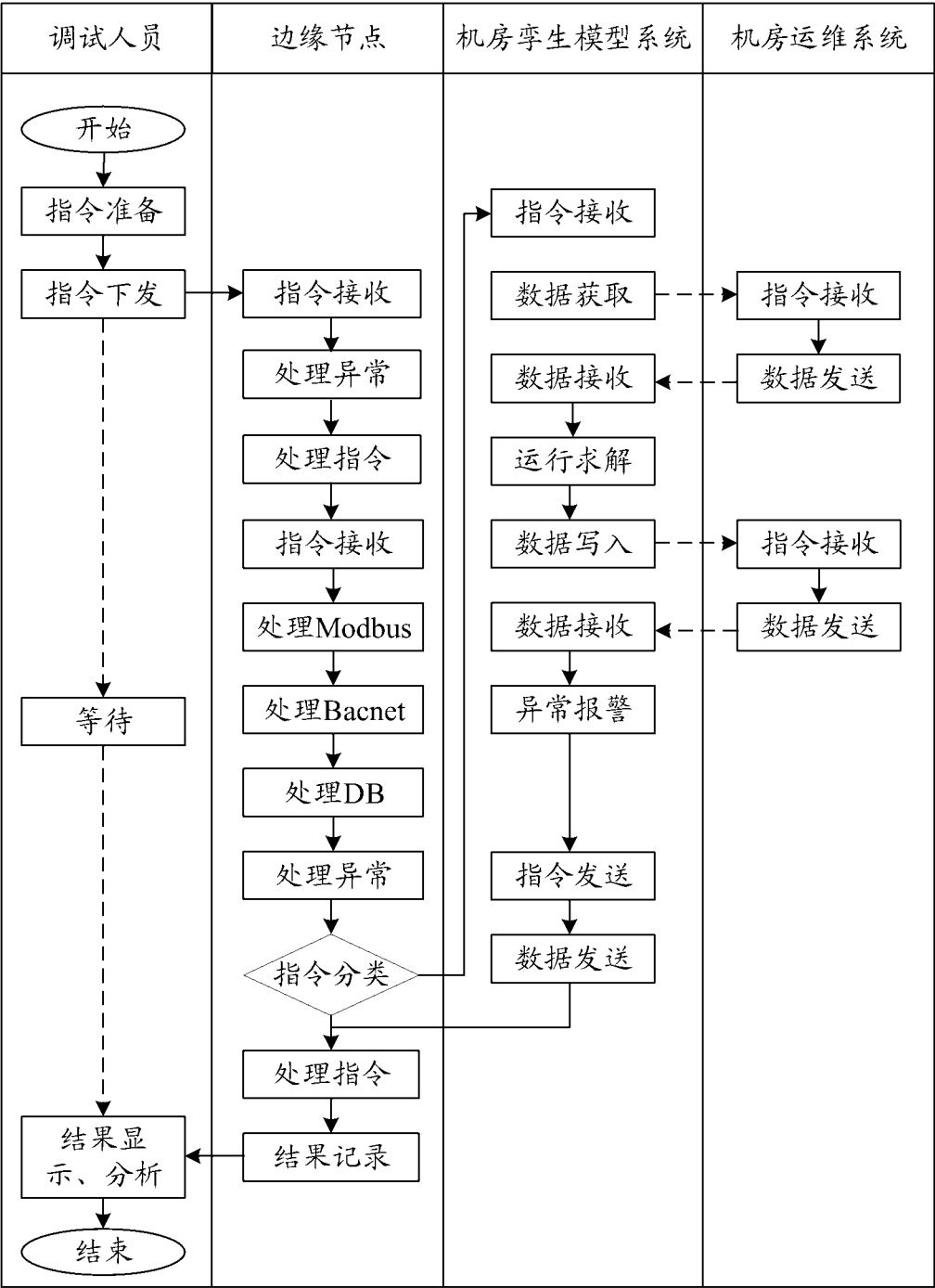


图 6

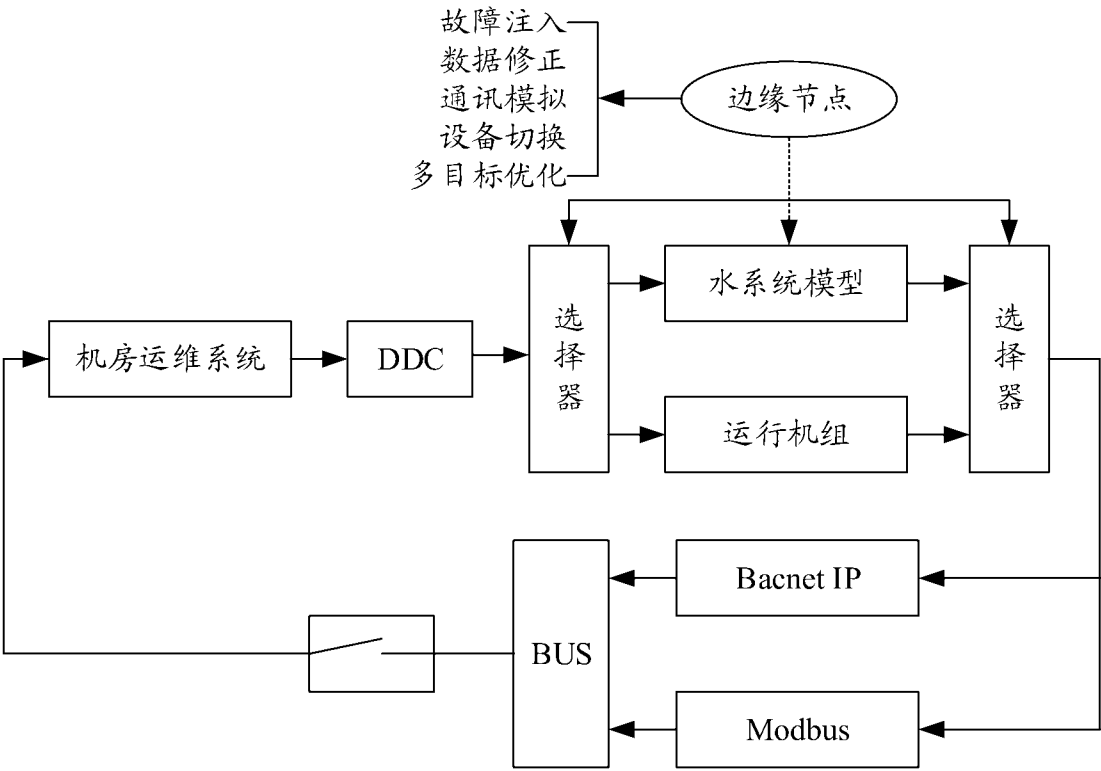


图 7

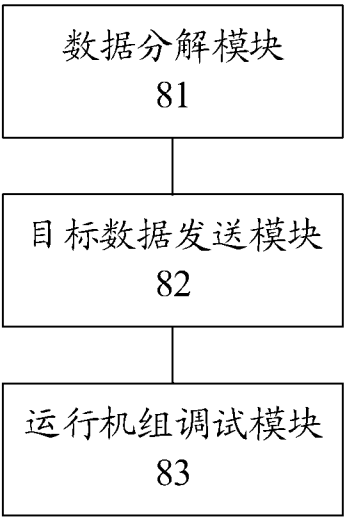


图 8

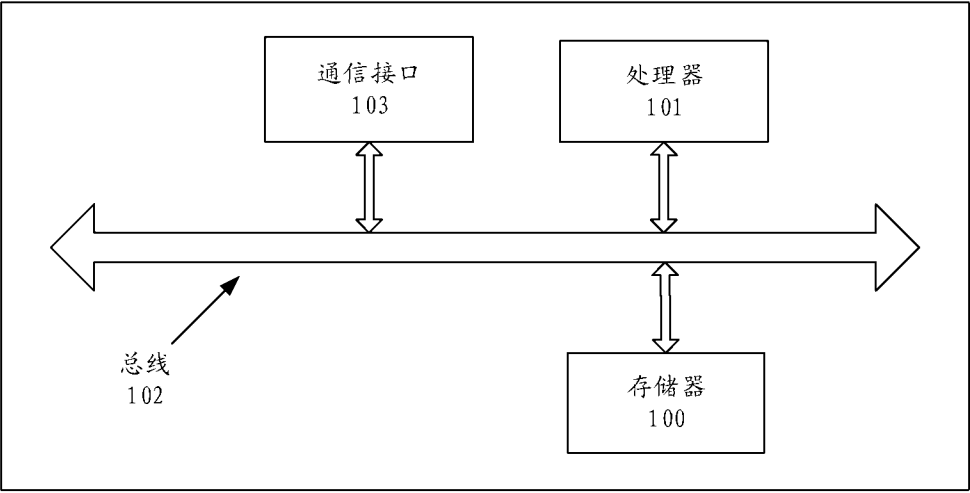


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/070199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F30/20(2020.01)i; G06Q50/06(2024.01)i; G06F18/241(2023.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:G06F,G06Q

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

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

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 边缘, 设备, 节点, 调控, 调试, 调整, 机房, 机组, 孪生模型, 虚拟调试, 云, 服务器, 直接数字控制器, edge, service, node, regulate, control, modify, machine room, machine set, digital twins, virtual debugging, cloud, server, DDC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116776535 A (SHANGHAI MEIKONG SMART BUILDING CO., LTD. et al.) 19 September 2023 (2023-09-19) claims 1-12, and description, paragraphs 0074 and 0089-0102	1-13
Y	CN 110209107 A (NINGBO ANXIN CNC TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 September 2019 (2019-09-06) description, paragraphs 0092-0095	1-13
Y	CN 212208008 U (CEEC GEOTHERMAL CO., LTD.) 22 December 2020 (2020-12-22) description, paragraphs 0031-0036	1-13
Y	CN 115774405 A (CHINA SHIP DEVELOPMENT AND DESIGN CENTER) 10 March 2023 (2023-03-10) description, paragraphs 0025-0027	6-8
Y	CN 112235417 A (BEIJING BAIDU NETCOM SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 January 2021 (2021-01-15) paragraphs 0075-0085	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 March 2024

Date of mailing of the international search report

20 March 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/070199

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114017900 A (GUIZHOU BAOZHIDA NETWORK TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 February 2022 (2022-02-08) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/070199

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116776535	A	19 September 2023	None			
CN	110209107	A	06 September 2019	None			
CN	212208008	U	22 December 2020	None			
CN	115774405	A	10 March 2023	None			
CN	112235417	A	15 January 2021	US	2021263817	A1	26 August 2021
CN	114017900	A	08 February 2022	None			

A. 主题的分类

G06F30/20(2020.01)i; G06Q50/06(2024.01)i; G06F18/241(2023.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G06F,G06Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 边缘, 设备, 节点, 调控, 调试, 调整, 机房, 机组, 孪生模型, 虚拟调试, 云, 服务器, 直接数字控制器, edge, service, node, regulate, control, modify, machine room, machine set, digital twins, virtual debugging, cloud, server, DDC

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116776535 A (上海美控智慧建筑有限公司 等) 2023年9月19日 (2023 - 09 - 19) 权利要求1-12, 说明书0074、0089-0102段	1-13
Y	CN 110209107 A (宁波安信数控技术有限公司) 2019年9月6日 (2019 - 09 - 06) 说明书0092-0095段	1-13
Y	CN 212208008 U (中能建地热有限公司) 2020年12月22日 (2020 - 12 - 22) 说明书0031-0036段	1-13
Y	CN 115774405 A (中国舰船研究设计中心) 2023年3月10日 (2023 - 03 - 10) 说明书0025-0027段	6-8
Y	CN 112235417 A (北京百度网讯科技有限公司) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 0075-0085段	1-13
A	CN 114017900 A (贵州宝智达网络科技有限公司) 2022年2月8日 (2022 - 02 - 08) 全文	1-13

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年3月13日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

宿渊源

电话号码 (+86) 010-53961376

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/070199

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	116776535	A	2023年9月19日	无	
CN	110209107	A	2019年9月6日	无	
CN	212208008	U	2020年12月22日	无	
CN	115774405	A	2023年3月10日	无	
CN	112235417	A	2021年1月15日	US 2021263817 A1	2021年8月26日
CN	114017900	A	2022年2月8日	无	