(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
2022 年 9 月 29 日 (29.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/199089 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 41/042 (2022.01) *H04L 41/122* (2022.01)
H04L 41/044 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/132834

(22) 国际申请日: 2021 年 11 月 24 日 (24.11.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110326389.9 2021年3月26日 (26.03.2021) CN

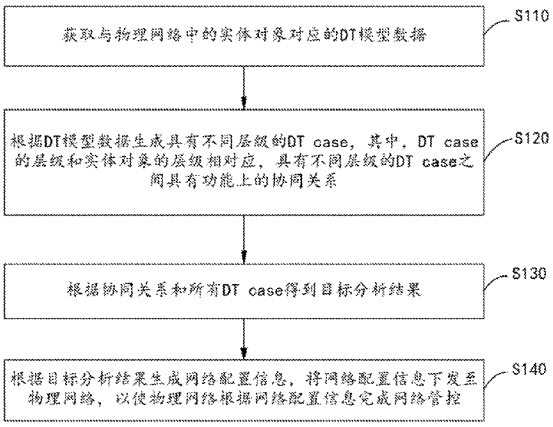
(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 王大江(WANG, Dajiang); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 王其磊(WANG, Qilei); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 王振宇(WANG, Zhenyu); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天

(54) **Title:** NETWORK MANAGEMENT AND CONTROL METHOD AND SYSTEM, NETWORK SYSTEM, AND STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称**: 网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质



S110 Obtain DT model data corresponding to entity objects of a physical network
S120 Generate, according to the DT model data, DT cases having different levels, wherein the levels of the DT cases correspond to levels of the entity objects, and the DT cases having different levels have a functionally synergistic relationship
S130 Obtain a target analysis result according to the synergistic relationship and all the DT cases
S140 Generate network configuration information according to the target analysis result, and deliver the network configuration information to the physical network, so as to enable the physical network to implement network management and control according to the network configuration information

图 1

(57) **Abstract:** A network management and control method and system, a network system, and a storage medium. The network management and control method comprises: obtaining DT model data corresponding to entity objects of a physical network (S110); generating, according to the DT model data, DT cases having different levels, wherein the levels of the DT cases correspond to levels of the entity objects, and the DT cases having different levels have a functionally synergistic relationship (S120); obtaining a target analysis result according to the synergistic relationship and all the DT cases (S130); and generating network configuration information according to the target analysis result, and delivering the network configuration information to the physical network, so as to enable the physical network to implement network management and control according to the network configuration information (S140).

(57) **摘要**: 一种网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质，该网络管控方法包括：获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据(S110)；根据DT模型数据生成具有不同层级的DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系(S120)；根据协同关系和所有DT case得到目标分析结果(S130)；根据目标分析结果生成网络配置信息，将网络配置信息下发至物理网络，以使物理网络根据网络配置信息完成网络管控(S140)。

WO 2022/199089 A1

[见续页]

河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910, Guangdong 510627 (CN)。

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

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

根据细则4.17的声明：

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为202110326389.9、申请日为2021年03月26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

本申请涉及但不限于网络通信领域，尤其涉及一种网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质。

背景技术

随着通信技术的发展，传输网络正面临资源多样化、覆盖范围广、部署环境复杂等局面。同时，随着数字转型时代的来临，传输服务也朝着业务敏捷化、网络功能虚拟化的方向快速发展。在传输网络的硬件设备和数字技术越来越复杂和多样化的背景之下，为了实现网络自优、自愈和自治的高效智能化管理，需要依靠系统、准确和实时的数字化分析技术，对复杂的网络系统进行数字化模型抽象，构建出能够综合实际的网络系统、运行机制和管控维护方法的多维网络数字化仿真系统，并借助人工智能（Artificial Intelligence，AI）技术，完成对实际物理网络运行状况的实时动态反馈、评估优化、模拟和预测，从而构建出网络高效智能化管理的数字化分析基础。

数字孪生（Digital Twin，DT）技术能够创建物理对象的高保真数字虚拟模型，模拟物理对象的行为，描绘了物理对象的运行状态，能够实现数字信息和物理对象的融合。将DT技术应用到网络通信中，能够从传输网络中提取所需要的网络数据，结合AI技术和需求构建出数字孪生实例（Digital Twin case，DT case）模型，实现传输网络的分析、优化和仿真预测等功能。

在实际应用过程中，需要针对不同的分析对象，构建出相应层级的DT case，根据DT case的分析结果对传输网络进行智能管控。然而在传输网络中，不同层级的DT case所对应的对象之间可能是相关联的，例如某个功能模块的故障是引起传输网络告警或中断的根因故障。因此，如何考虑不同层级的DT case之间的协同关系，是提高网络系统的动态检测能力和数字化分析能力的关键。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本申请实施例提供了一种网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质，能够提高网络系统的动态检测能力和数字化分析能力。

第一方面，本申请实施例提供了一种网络管控方法，应用于网络管控系统，所述网络管控方法包括：

获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据；

根据所述DT模型数据生成具有不同层级的数字孪生实例DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系；

根据所述协同关系和所有所述DT case得到目标分析结果；

根据所述目标分析结果生成网络配置信息，将所述网络配置信息下发至所述物理网络，以使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控。

第二方面，本申请实施例提供了一种网络管控方法，应用于数据获取装置，所述数据获取装置与网络管控系统通信连接，所述网络管控方法包括：

生成与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据；

将所述DT模型数据发送至所述网络管控系统，以使所述网络管控系统根据所述DT模型数据生成网络配置信息，并将所述网络配置信息下发至物理网络，从而使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控，其中，网络配置信息由所述网络管控系统根据目标分析结果生成，所述目标分析结果由所述网络管控系统根据协同关系和具有不同层级的所有DT case得到，所述具有不同层级的DT case由所述网络管控系统根据所述DT模型数据生成，DT case的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系。

第三方面，本申请实施例提供了一种网络管控系统，包括：存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如第一方面所述的网络管控方法。

第三方面，本申请实施例提供了一种网络系统，所述网络系统包括网络管控系统和数据获取装置，所述网络管控系统与所述数据获取装置通信连接，所述网络管控系统用于执行如第一方面所述的网络管控方法，所述数据获取装置用于执行如第二方面所述的网络管控方法。

本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

附图用来提供对本申请技术方案的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案，并不构成对本申请技术方案的限制。

图1是本申请一个实施例提供的应用于网络管控系统的网络管控方法的流程图；

图2是本申请另一个实施例提供的获取DT模型数据的流程图；

图3是本申请另一个实施例提供的生成DT case的流程图；

图4是本申请另一个实施例提供的得到目标分析结果的流程图；

图5是本申请另一个实施例提供的基于AI算法处理的流程图；

图6是本申请另一个实施例提供的确定管控场景的流程图；

图7是本申请另一个实施例提供的实现DT模型数据同步更新的流程图；

图8是本申请另一个实施例提供的获取和显示网络状态信息的流程图；

图9是本申请另一个实施例提供的应用于数据获取装置的网络管控方法的流程图；

图10是本申请另一个实施例提供的生成DT模型数据的流程图；

图11是本申请另一个实施例提供的更新DT模型数据的流程图；

图12是本申请另一个实施例提供的应用网络管控方法的OTN系统的结构

图13是本申请另一个实施例提供的示例一的流程图；

图14是本申请另一个实施例提供的示例二的流程图；以及

图15是本申请另一个实施例提供的网络管控系统的装置图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

需要说明的是，虽然在装置示意图中进行了功能模块划分，在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于装置中的模块划分，或流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。说明书、权利要求书或上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

本申请提供了一种网络管控方法及其系统、网络系统、存储介质，该网络管控方法包括：获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据；根据所述DT模型数据生成具有不同层级的数字孪生实例DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系；根据协同关系和所有DT case得到目标分析结果；根据目标分析结果生成网络配置信息，将网络配置信息下发至物理网络，以使物理网络根据网络配置信息完成网络管控。根据本申请实施例提供的方案，能够根据DT case和协同关系实现网络管控，提高网络系统的动态检测能力和数字化分析能力。

需要说明的是，本申请实施例提供的网络管控方法可以应用到任意网络系统中，例如光网络（Optical Transport Network，OTN）、分组传送网（Packet Transport Network，PTN）、分组光传送网（Packet Optical Transport Network，POTN），为了叙述简便，本申请实施例以应用到OTN系统作为例进行技术方案的解释说明，本领域技术人员有能力将本申请实施例的技术方案应用到其他网络系统中，这并不会对本申请的保护范围造成限定。

需要说明的是，网络管控系统可以是设置有多个功能模块的装置，例如为了实现管控功能，网络管控系统中可以根据实际需求设定数据库、处理器和执行器等功能模块，具体的装置类型根据具体的网络系统确定即可，例如对于等级数字孪生光网络（Hierarchical Digital Twin OTN，HDTON），网络管控系统可以是用于管控HDTON的HDTON智能管控系统；同时，为了实现DT case的生成，可以在HDTON智能管控系统中设置HDTON case编排器作为控制器，设置软件定义光网络（Software Defined Optical Network，SDON）系统作为执行器；同时，为了针对不同的管控场景，设置存储有多个预先设定好的AI算法的AI算法引擎库。当然，上述SDON系统、HDTON case编排器和AI算法引擎库在实际的网络部署中也可以是独立运行的装置，可以设置在不同的物理装置或者物理设备中，从功能上能够组合成网络管控系统即可。需要说明的是，上述装置仅为对网络管控系统进行解释说明的示例，本领域技术人员有动机根据实际需求在网络管控系统中增加或者减少相应的功能模块，本实施例对此不多作限定。

下面结合附图，对本申请实施例作进一步阐述。

如图1所示，图1是本申请一个实施例提供的一种网络管控方法，应用于网络管控系统，该网络管控方法包括但不限于有以下步骤：

步骤S110，获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据。

值得注意的是，物理网络可以是任意网络系统，物理网路中的多个层次的实体对象之间具有从属关系，并且在功能上存在协同关系即可，例如对于OTN系统，全网的ODU业务由多个光数据单元（Optical Data Unit，ODU）组成，ODU节点的流量吞吐量的预测结果对全网ODU业务的优化仿真存在一定的影响，因此，在进行对全网ODU业务的优化仿真时需要综合

每个ODU节点的流量吞吐量预测，本实施例并不对应用网络管理方法的物理网络多作限定。

可以理解的是，实体对象可以是一个具体的物理设备，也可以是由多个物理设备所组成系统，例如对于OTN系统，实体对象可以是整个OTN，也可以是OTN中的光模块，也可以是OTN中的每一个ODU节点，根据具体的需求确定实体对象即可。

需要说明的是，DT模型数据的具体内容根据实际需要的实体对象确定即可，例如需要对OTN网络光模块进行故障分析，获取的DT模型数据可以包括OTN网络拓扑、该OTN网络拓扑中全网光通道（Optical Channel，OCH）光层业务分布、该OTN网络拓扑中每个可重构光分插复用器（Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer，ROADM）节点上的光模块数据，本实施例并不对DT模型数据的具体类型多作限定。

值得注意的是，DT模型数据可以是由网络管控系统根据具体的数据需求从物理网络中获取，基于数字孪生技术，能够从物理网络中提取对应的参数和属性，构建出高保真的数字虚拟模型，从而形成DT模型数据，使得DT模型数据能够实时反映物理网络中的真实运行状况，提高对网络系统的评估预测的准确性。

步骤S120，根据DT模型数据生成具有不同层级的数字孪生实例DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系。

需要说明的是，层级可以表征DT case所对应的物理网络中的实体对象的规模或者影响范围，例如对于OTN系统，层级最大的实体对象可以是整个OTN网络，层级最小的实体对象可以是OTN网络中的光模块，具体的实体对象的规模与层级的大小的对应关系可以根据实际需求调整，对此不多作限定。

需要说明的是，生成的DT case的层级与实体对象的层级相对应，例如实体对象为OTN网络，其层级为网络级，则根据DT模型数据生成的与OTN网络相对应的DT case的层级也为网络级。

值得注意的是，由于在物理网络中，不同规模的实体对象之间通常具有从属关系，即层级较大的DT case所对应的实体对象通常由层级较小的DT case所对应的实体对象装配或组合成，例如，层级较大的DT case对应的实体对象为ROADM节点，层级较小的DT case对应的实体对象为光模块，而ROADM节点通常是由光模块组成。因此，具有从属关系的实体对象在功能上也存在协同关系，例如对ROADM节点所对应的DT case进行预测分析时，需要综合归属于该ROADM节点的光模块的故障预测的结果，通过协同关系，能够使得层级较大的DT case进行预测分析时综合层级较小的DT case的分析结果，使得最终得到的目标分析结果准确性更高。

值得注意的是，DT case可以在获取到DT模型数据之后生成，以确保在进行协同分析的过程中存在相对应的DT case，后续不再赘述。

步骤S130，根据协同关系和所有DT case得到目标分析结果。

需要说明的是，由于DT case生成之后可以维持在运行状态，因此，可以是每个DT case先执行一次预测分析，再根据协同关系实现嵌套分析以得到目标分析结果，也可以是层级较大的DT case在接收到层级较小的DT case上报的分析结果之后再进行综合分析，将层级最大的DT case得到的分析结果作为目标分析结果，即通过触发机制实现协同分析，具体方式根据实际需求选取，能够实现DT case之间的协同分析即可。

值得注意的是，在实际应用中，具有从属关系的实体对象所对应的DT case之间通常具

有协同关系，例如现网中光模块故障往往是由该光模块故障引起的OTN网络故障告警和业务中断的根因故障,这种实际现网中局部与整体之间的协同与波及关系也会反映到数字孪生OTN（Digital Twin OTN，DTON）中，因此网络级故障分析DT case和光模块级故障预测DT case之间存在协同关系。

步骤S140，根据目标分析结果生成网络配置信息，将网络配置信息下发至物理网络，以使物理网络根据网络配置信息完成网络管控。

需要说明的是，物理网络通常是物理设备的集合，需要通过常见的智能管控系统完成管控，例如通过常见的SDON系统对物理网络进行控制，本实施例并不具体的智能管控系统多作限定。

可以理解的是，网络配置信息可以是任意类型的信息，能够使得物理网络通过调整运行参数从而实现网络管控即可，例如对于OTN系统，目标分析结果为全网ODU业务割接重路由优化的分析结果,则SDON系统可以根据对当前的OTN网络进行相关业务的重路由优化和节点扩容等处理需求，生成相对应的网络配置信息。

另外，参照图2，在一实施例中，图1所示实施例中的步骤S110还包括但不限于有以下步骤：

步骤S210，确定管控场景，根据管控场景确定数据需求；

步骤S220，根据数据需求，获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据。

需要说明的是，管控场景可以是需要反映网络管控需求的场景，例如反映用户业务需求的网路服务场景或者反映物理网络检测分析需求的网络分析场景,本实施例对此不多作限定。

值得注意的是，通过管控场景能够确定需要采集数据的实体对象，从而确定具体的数据需求，提高数据处理的效率，例如，当确定管控场景为OTN网络流量分析场景，则需要从物理网络中获取OTN网络流量的DT模型数据，可以包括OTN网络拓扑、该网络拓扑上的全网ODU业务分布和每个节点的流量吞吐量等。当确定数据需求后，也就进一步确定了后续所需要构建的DT case的层级，例如在上述OTN网络流量分析场景中，需要构建网络级的DT case以对应全网的ODU业务，构建节点级的DT case以对应每个ODU节点，上述的网络级和节点级为层级的其中一种示例，并不会对层级的具体选择造成限定。

可以理解的是，为了进一步体现实体对象所对应的层级，在构建DT模型数据的时候，可以采用等级数字孪生（Hierarchical Digital Twin，HDT）模型数据的形式，在该HDT模型数据中，按照层级的大小预先确定好数据的等级，例如在上述OTN网络流量分析场景中，确定OTN网络拓扑和该网络拓扑上的全网ODU业务分布为网络级的数据，每个节点的流量吞吐量为节点级的数据，从而能够快速从HDT模型数据中确定不同数据的DT case容器的归属。

另外，参照图3，在一实施例中，图1所示实施例中的步骤S120还包括但不限于有以下步骤：

步骤S310，根据DT模型数据和实体对象的层级，在具有不同容器等级的目标DT case容器中生成DT case，其中，目标DT case容器根据管控场景和实体对象的层级从预先设定的DT case容器中确定，DT case容器用于生成和管理DT case，不同容器等级的DT case容器所生成的DT case所对应的层级互不相同。

需要说明的是，为了便于DT case容器的管理，可以在智能管控系统中设置HDTON case编排器,在HDTON case编排器中预先设定好至少两个DT case容器,在确定管控场景后,HDTON

case 编排器确定数据需求，并在获取到 DT 模型数据后，从预先设定的 DT case 容器中确定出至少两个目标 DT case 容器，并目标 DT case 容器中生成 DT case。

需要说明的是，具体的容器等级可以根据实际需求确定，例如根据层级的网络级、设备级和器件级，分别设置高级 DT case 容器、中级 DT case 容器和低级 DT case 容器，每个容器等级分别对应一种层级，使得不同等级的 DT case 容器生成的 DT case 对应不同的层级即可，本实施例对此不多作限定。

需要说明的是，结合图 2 所示实施例的描述，数据需求也可以通过确定出的目标 DT case 容器所确定，例如参考上述 DT case 容器等级，当根据管控场景确定需要从网络级和器件级的进行分析，则需要通过高级 DT case 容器和低级 DT case 容器生成对应的 DT case，此时可以根据每个目标 DT case 容器所需要的数据生成数据需求，在获取到 DT 模型数据后，每个目标 DT case 容器从 DT 模型数据中获取相对应等级的数据，并根据获取的 DT 模型数据生成 DT case，能够确保获取到的数据的可用性和准确性。

需要说明的是，DT case 容器可以用于生成 DT case，也可以用于管理 DT case，例如通过 AI 算法对 DT case 进行分析处理，或者获取具有下一级容器等级的 DT case 容器上报的中间分析结果进行协同分析，也可以根据实际需求增加或减少针对 DT case 所能实现的功能，本实施例对此不多作限定。

值得注意的是，在不同的管控场景下，所需要使用的目标 DT case 容器并不一定不相同，例如某些场景需要用到全部预先设定的 DT case 容器，而另一些场景只需要用到其中的几个容器等级的 DT case 容器，这都是根据管控场景的实际需求确定的，本实施例并不对具体数量作过多的限定。

另外，参照图 4，在一实施例中，图 1 所示实施例中的步骤 S130 还包括但不限于有以下步骤：

步骤 S410，根据协同关系和目标 DT case 容器所对应的容器等级，对由具有下一级容器等级的目标 DT case 容器生成的 DT case 进行基于 AI 算法的处理得到中间分析结果，并将中间分析结果上报至具有上一级容器等级的目标 DT case 容器，根据中间分析结果对由具有上一级容器等级的目标 DT case 容器生成的 DT case 进行基于 AI 算法的处理，得到协同分析结果；

步骤 S420，将容器等级最大的目标 DT case 容器所得到的协同分析结果确定为目标分析结果。

可以理解的是，由于不同层级的 DT case 所对应的实体对象之间的具有功能上的协同关系，而不同容器等级的 DT case 容器所生成的 DT case 的层级互不相同，因此容器等级可以是与层级相对应的；并且，协同处理通常是由层级较小的 DT case 所得到的分析结果用于协同层级较大的 DT case 以得到分析结果，因此，可以根据容器等级从小到大依次进行中间分析结果的上报，具有上一级容器等级的目标 DT case 容器接收到中间分析结果后，综合该分析结果对该 DT case 容器所生成的 DT case 进行基于 AI 算法的处理，使得得到的协同分析结果既包括该目标 DT case 容器所对应的层级的分析结果，也包括具有协同关系的较小层级的 DT case 所对应的分析结果，最终使得目标分析结果能够综合所有相关层级的 DT case 之间的协同关系，提高网络系统的动态检测能力和数字化分析能力。

需要说明的是，步骤 S420 中所描述的具有上一级容器等级和具有下一级容器等级是根据

协同关系所确定的，而并非根据容器等级所确定，例如对于一些管控场景，仅涉及低等级DT case容器和高等级DT case容器，则对应至步骤S420中，具有上一级容器等级的目标DT case容器为高等级DT case容器，具有上一级容器等级的目标DT case容器为低等级DT case容器；又如，对于一些管控场景，同时涉及低等级DT case容器、中等级DT case容器和高等级DT case容器，则在首次对DT case进行基于AI算法处理的目标DT case容器为低等级DT case容器，即首次操作中的具有下一级容器等级的目标DT case容器，则对应的具有上一级容器等级的目标DT case容器为中等级DT case容器，同理，在通过中等级DT case容器对DT case进行基于AI算法处理时，该中等级DT case容器为具有下一级容器等级的目标DT case容器，高等级DT case容器为具有上一级容器等级的目标DT case容器，直至最高等级的目标DT case容器对DT case完成基于AI算法处理后，将该最高等级的目标DT case容器所得到的协同分析结果确定为目标分析结果，以确保协同分析结果能够逐层协同，提高数据的可参考性。

可以理解的是，协同分析结果既包括所对应的DT case进行基于AI算法处理所得到的结果，也可以同时包括全部的下一级的中间分析结果，使得协同分析结果能够具有更加丰富的数据。

需要说明的是，由于目标分析结果可以是最高级的目标DT case容器对DT case进行基于AI算法处理所得到的协同结果，因此，可以在得到目标分析结果之后，由最高级的DT case容器将目标分析结果告知SDON系统，以使其生成网络配置信息，以确保生成的网络配置信息能够协同考虑所有层级的DT case。

值得注意的是，在一些实施例中，一个DT case容器可能存在多个具有下一级容器等级的DT case容器，此时，可能会出现一个DT case容器同时接收到多个中间分析结果的情况，为了避免发生冲突，可以通过设置时间阈值的方法，在一定的时间段内具有上一级容器等级的DT case容器处于接收状态，在该时间段之后停止中间分析结果的接收，对DT case进行基于AI算法处理，并协同在该时间段内接收到全部中间处理结果，也可以采用其他方式，例如对DT case进行基于AI算法处理时每接收到一个中间分析结果，则重新对全部的中间分析结果进行协同，本实施例对此不多作限定，根据实际需求选取具体的判断方式即可。

另外，参照图5，在一实施例中，图4所示实施例中的步骤S420还包括但不限于有以下步骤：

步骤S510，根据管控场景，从预先设定的AI算法库中确定目标AI算法；

步骤S520，根据目标AI算法对DT case进行分析处理。

需要说明的是，AI算法库可以是数据库的形式，能够通过管控场景匹配出对应的目标AI算法即可。可以理解的是，AI算法库中的AI算法数量可以是任意，根据实际需求增加或者减少即可。

可以理解的是，AI算法库中可以包括任意类型的AI算法，例如强化学习（Reinforcement Learning，RL）算法、卷积神经网络（Convolution Neural Network，CNN）、深度神经网络（Deep Neural Network，DNN）、图卷积网络（Graph Convolution Network，GCN）或循环神经网络（Recurrent Neural Network，RNN），本领域技术人员有动机根据实际需求增加或者减少AI算法的种类。另外，上述AI算法为预先设定好的，本申请实施例并不涉及具体的算法训练过程，在此不多作赘述。

值得注意的是，对于不同的管控场景，所需要进行的操作并不相同，因此，在AI算法库中设置多个AI算法，通过管控场景确定具体的目标AI算法，能够确保以最佳的AI算法完成对应的DT case处理。另外，管控场景与目标AI算法的对应关系可以是预先设定，例如，针对用户需要的基于意图时延优化的端到端OTN精品专线服务需求，根据管控场景确定OTN拓扑规模后，匹配分析出计算效果最佳的算法为强化学习（Reinforcement Learning，RL）算法.

需要说明的是，对于目标AI算法的确定，可以是在每个DT case容器对DT case进行基于AI算法的处理时确定一次，以确保每个DT case容器能够利用最合适的AI算法进行DT case的处理；当然，也可以是在同一个协同关系下确定出一个目标AI算法，在该协同关系下的每一次DT case容器对DT case进行基于AI算法的处理均采用相同的目标AI算法，具体方式根据实际需求选取即可。

另外，参照图6，在一实施例中，图2所示实施例中的步骤S210还包括但不限于有以下步骤：

步骤S610，获取当前的物理网络的运行状态，根据运行状态和预先设定的管理信息确定管控场景；

或者，

步骤S620，获取管控需求，根据管控需求确定管控场景。

需要说明的是，管控场景可以包括网络分析场景和网络服务场景。其中，网络分析场景由网络分析需求确定，网络分析需求可以是用户对当前的物理网络进行故障预测、运行状态分析或查询的需求，可以由用户通过客户端向网络管控系统发送需求信息所产生；也可以是网络管控系统根据对物理网络自检、自优、自愈的管理目标自行产生，本实施例对此不多作限定。

可以理解的是，网络服务场景可以基于是用户的服务需求产生，例如设置与网络管控系统通信连接的OTN智能网络管控应用程序（Application，APP），通过该OTN智能网络管控APP获取用户对OTN网络的服务需求，服务需求可以是带宽按需分配(Bandwidth On Demand，BOD)、多层优化(Multi-Layer Optimization，MLO)、服务等级协议(Service-Level Agreement，SLA)、光虚拟专用网络(Optical Virtual Private Network，OVPN)，意图光网络(Intent-Based Optical Network，IBON）等，具体的服务需求的类型可以根据实际的网络资源确定，在此不多作赘述。

另外，参照图7，在一实施例中，在执行图1所示实施例中的步骤S140之前，还包括但不限于有以下步骤：

步骤S710，当获取到物理网络在根据网络配置信息完成网络管控后上报的新的DT模型数据，根据新的DT模型数据重新生成网络配置信息。

值得注意的是，通过网络配置信息完成网络管控后，物理网络的实体对象的相关参数会发生变化，即DT模型数据中的相关参数也会发生变化，为了确保DT模型数据与物理网络的实体对象的参数相对应，可以在完成物理网络的网络管控之后，根据新的物理网络的数据对DT模型数据进行更新，从而使得下一次的DT case生成能够基于最新的DT模型数据。此外，通过更新DT模型数据以触发进一步的DT case生成，也能够使得整个网络管控形成闭环，在DT模型数据的生命周期内不断更新DT case并进行目标分析结果的确定，有效提高了动态检

测的能力。

另外，参照图8，在一实施例中，在执行图1所示实施例中的步骤S140之后，还包括但不限于有以下步骤：

步骤S810，获取并显示完成网络管控之后的物理网络的网络状态信息。

需要说明的是，获取到的网络状态信息可以通过图6中实施例所述的OTN智能网络管控APP显示，也可以通过其他与网络管控系统通信连接的设备显示，能够使得用户直观地看到当前物理网络的运行状态即可。需要说明的是，网络状态信息可以是与物理网络相关内容，例如，对于OTN系统，网络状态信息可以包括实时的OTN网络拓扑、OTN网络服务运行状态、网络性能状态、无网络资源使用状态等，具体的显示内容根据实际需求选取即可。

可以理解的是，网络状态信息可以是实时获取显示，也可以是根据用户的需求在OTN智能网络管控APP显示，本实施例对此不多作限定。

如图9所示，图9是本申请一个实施例提供的一种网络管控方法，应用于数据获取装置，数据获取装置与网络管控系统通信连接，该网络管控方法包括但不限于有以下步骤：

步骤S910，生成与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据。

需要说明的是，对于网络管控系统，SDON能够实现物理网络的管控，例如在OTN系统中实现端到端OTN业务的动态管控、网络拓扑管理、OTN业务故障保护等功能，但是SDON并不能直接从物理网络中获取DT模型数据，因此，本申请实施例中的数据获取装置，可以是用于从物理网络中获取数据并生成DT模型数据的装置，装置的具体实体可以是任意，本实施例对此不多作限定，能够实现相应功能即可。

需要说明的是，数据获取装置可以根据HDTON case编排器的需求，从物理OTN网络中获取DT模型数据，并将获取到的DT模型数据上报至HDTON case编排器，以使各个DT case容器根据DT模型数据生成DT case。

步骤S920，将DT模型数据发送至网络管控系统，以使网络管控系统根据DT模型数据生成网络配置信息，并将网络配置信息下发至物理网络，从而使物理网络根据网络配置信息完成网络管控，其中，网络配置信息由网络管控系统根据目标分析结果生成，目标分析结果由网络管控系统根据协同关系和具有不同层级的所有DT case得到，具有不同层级的DT case由网络管控系统根据DT模型数据生成，DT case的层级和实体对象的层级相对应，具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系。

需要说明的是，网络管理系统生成DT case和网络配置信息的方法和原理可以参考图1中所示实施例的描述，同理，层级和协同关系的具体释义也可以参考图1中所示实施例的描述，为了叙述简便在此不多作赘述。

另外，参照图10，在一实施例中，图9所示实施例中的步骤S910还包括但不限于有以下步骤：

步骤S1010，获取网络管控系统下发的数据需求，数据需求由网络管控系统根据确定的管控场景所确定；

步骤S1020，根据数据需求生成与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据。

可以理解的是，数据需求的具体生成方法和原理可以参考图2所示实施例的描述，为了叙述简便在此不多作赘述。

需要说明的是，数据需求可以由网络管控系统的HDTON case编排器下发至数据获取装置，

数据获取装置根据具体的数据需求，利用数字孪生技术，确定物理网络中实体对象的物理模型，并从该物理模型中获取所需要的参数和属性，并将获取到的参数和属性提取出DT模型数据，以确保DT模型数据与实际的物理网络的实体对象的参数一致。

另外，参照图11，在一实施例中，在执行图10所示实施例中的步骤S1020之后，还包括但不限于有以下步骤：

步骤S1110，在DT模型数据的生命周期中，当检测到实体对象的物理参数和/或物理属性发生变化，根据变化后的实体对象更新DT模型数据；

步骤S1120，将更新后的DT模型数据同步至网络管控系统，以使网络管控系统根据更新后的DT模型数据得到网络配置信息。

需要说明的是，DT模型数据的生命周期可以从确定管控场景开始，直到物理网络完成网络管控结束，也可以是设定好的一段运行时间，具体形式根据实际需求选取，能够确保在生命周期内保持DT模型数据所对应的物理模型一致即可。

可以理解的是，在DT模型数据的生命周期内保持DT模型数据的实时同步，能够确保获取到的DT模型数据能够反映当前物理网络的实体对象的实时参数，从而使得得到的目标分析结果能够反映实际的网络情况，确保网络的动态检测能力。

可以理解的是，物理参数和/或物理属性发生变化，可以是数值上发生变化，也可以是一个采集周期内采集到的数据发生变化，也可以是新增加或者减少一个属性等，具体的变化情况本实施例不多作赘述。

以下结合图12所示的OTN系统的结构，通过两个具体管控场景对本申请实施例的技术方案进行进一步举例说明。

需要说明的是，图12所示的OTN系统包括OTN传送平面、HDTON智能管控系统，另外，还设置有OTN智能网络管控APP与HDTON智能管控系统通信连接。其中，HDTON智能管控系统中设置有SDON系统、HDTON case编排器和AI算法引擎库，HDTON case编排器中预先设置好高等级DT case容器、中等级DT case容器和低等级DT case容器，AI算法引擎库包括应用场景分析适配器和若干个预先训练好的AI算法；OTN传送平面包括物理网络和DT模型，物理网络包括若干个物理设备，DT模型中构建有与物理设备相对应的数字模型。需要说明的是，上述部件可以是物理装置，也可以是具有相应功能的功能模块，本实施例对具体的实现方式不多作限定，并且，上述装置的选取是为了叙述方便所选取的示例，并不会对本申请的技术方案造成限制。

示例一：OTN网络流量分析应用场景，参照图13，在该场景下，网络管控方法包括但不限于有以下步骤：

步骤S1310，HDTON case编排器根据OTN网络流量分析需求，从OTN传送平面获得OTN网络流量DT模型数据，其中，OTN网络流量DT模型数据包括OTN网络拓扑、OTN网络拓扑上的全网ODU业务分布、每个ODU节点的流量吞吐量；

步骤S1320，HDTON case编排器在获取到OTN网络流量DT模型数据后，在高等级DT case容器内对全网OTN拓扑上的ODU业务DT化，生成网络级ODU业务DT case；在中等级DT case容器内对每个ODU节点的流量吞吐量DT化，分别创建生成每个ODU节点的流量吞吐量DT case；

步骤S1330，中等级DT case容器根据OTN网络流量分析应用场景，通过场景分析适配器从AI算法引擎库获取AI算法，为每个ODU节点流量吞吐量DT case构建训练得出ODU节

点流量吞吐量预测模型，其中，ODU 节点流量吞吐量 DT case 可根据自身的 ODU 节点流量吞吐量的预测模型，得出 ODU 节点在指定预测周期内的流量吞吐量预测结果，对流量吞吐量上涨接近该 ODU 节点交换容量的 DT case，并得出扩容分析结果；

步骤 S1340，中等级 DT case 容器将每个 ODU 节点流量吞吐量 DT case 的流量吞吐量预测结果上报给高等级 DT case 容器中对应的网络级 ODU 业务 DT case，由该网络级 ODU 业务 DT case 根据各 ODU 节点交换容量的 DT case 对 ODU 节点流量吞吐量的预测结果及扩容分析结果，对由需要做扩容处理的 ODU 节点所承载的 ODU 业务做割接重路由优化仿真，其中，割接重路由优化仿真包括以下步骤：由高等级 DT case 容器根据 OTN 网络流量分析应用场景，通过场景分析适配器从 AI 算法引擎库获取 AI 算法，对该网络级 ODU 业务 DT case 中待割接重路由优化的 ODU 业务，按照各 ODU 业务的优化策略进行单条 ODU 业务优化计算，或是多条 ODU 业务并发优化计算，并获得优化后的全网 ODU 业务分布仿真效果，记录在该网络级 ODU 业务 DT case 中；

步骤 S1350，由高等级 DT case 容器经 HDTON case 编排器将步骤 S1340 中的网络级 ODU 业务 DT case 所做的全网 ODU 业务的割接重路由优化分析结果、所记录的所有需要做扩容分析 ODU 节点信息通知给 SDON 系统；

步骤 S1360，SDON 系统根据步骤 S1350 得到的割接重路由优化分析结果和所记录的所有需要做扩容分析 ODU 节点信息，对 OTN 传送平面当前的 OTN 物理网络进行相关业务重路由优化和节点扩容处理；

步骤 S1370，在 OTN 物理网络的管控完成后，更新 OTN 网络流量 DT 模型数据，重新执行步骤 S1310。

需要说明的是，流量吞吐量可以包括 ODU 节点的上下路流量和穿通流量，根据实际需求选取即可。

可以理解的是，流量吞吐量预测结果可以是任意期限内的流量值，例如接下来 15 天的流量吞吐量平均值和峰值，又如，下一个月的流量吞吐量平均值和峰值，本实施例对此不多作限定。

需要说明的是，步骤 S1340 中得到的割接重路由优化分析结果可以是做重路由优化的最佳时间窗口，在该时间窗口做业务重优化部署，对 OTN 传送平面现网 OTN 物理网络的运营影响最小。

示例二：OTN 网络光模块故障预测应用场景，在该场景下，网络管控方法包括但不限于有以下步骤：

步骤 S1410，HDTON case 编排器根据 OTN 网络光模块故障分析需求，从 OTN 传送平面获得 OTN 网络光模块故障分析 DT 模型数据，其中，OTN 网络光模块故障分析 DT 模型数据包括 OTN 网络拓扑、OTN 网络拓扑上的全网 OCH 光层业务分布、OTN 网络拓扑中的每个 ROADM 节点上的光模块数据；

步骤 S1420，HDTON case 编排器在获取到 OTN 网络光模块故障分析 DT 模型数据后，在高等级 DT case 容器内对全网 OTN 拓扑上的 OCH 光层业务 DT 化，生成网络级 OCH 光层业务 DT case；在低等级 DT case 容器内对每个 ROADM 节点上的光模块数据 DT 化，分别创建生成每个 ROADM 节点上每个光模块的故障预测 DT case；

步骤 S1430，低等级 DT case 容器根据 OTN 网络光模块故障预测应用场景，通过场景分析

适配器从 AI 算法引擎库获取 AI 算法，为每个 ROADM 节点上每个光模块的故障预测 DT case 构建训练得出光模块的故障预测模型，其中，每个光模块故障预测 DT case 可根据自身的光模块故障的预测模型，预测得出本模块故障发生的时间窗口，并得出对预测出故障的光模块的更换分析结果；

步骤 S1440，低等级 DT case 容器将预测出故障的光模块的更换分析结果上报给高等级 DT case 容器中对应的网络级 OCH 光层业务 DT case，网络级 OCH 光层业务 DT case 根据各光模块故障预测分析结论，对需要做故障更换的 ROADM 节点上的光模块所承载的 OCH 光层业务做割接重路由优化仿真，其中，割接重路由优化仿真具体包括以下步骤：高等级 DT case 容器根据 OTN 网络光模块故障预测应用场景，通过场景分析适配器从 AI 算法引擎库获取 AI 算法，对该网络级 OCH 光层业务 DT case 中因光模块故障预测引起的待割接重路由优化的 OCH 光层业务，按照各 OCH 光层业务的优化策略进行单条 OCH 光层业务优化计算，或是多条 OCH 光层业务并发优化计算，并获得优化后的全网 OCH 光层业务分布仿真效果，记录在该网络级 OCH 光层业务 DT case 中；

步骤 S1450，由高等级 DT case 容器经 HDTON case 编排器将步骤 S1440 中的网络级 OCH 光层业务 DT case 所做的全网 OCH 光层业务割接重路由优化分析结果、所记录的所有需要做故障预测更换的 ROADM 节点光模块信息通知给 SDON 系统；

步骤 S1460，SDON 系统根据步骤 S1450 得到的全网 OCH 光层业务割接重路由优化分析结果和所记录的所有需要做故障预测更换的 ROADM 节点光模块信息，对 OTN 传送平面当前的 OTN 物理网络进行相关 OCH 光层业务重路由优化和光模块故障预测更换处理；

步骤 S1470，在 OTN 物理网络的管控完成后，更新 OTN 网络光模块故障分析 DT 模型数据，重新执行步骤 S1410。

需要说明的是，每个 ROADM 节点上的光模块数据可以是用于故障预测的建模数据，如光模块输入输出功率、激光器偏置电流、光模块温度等，在此不多作限定。

可以理解的是，流量吞吐量预测结果可以是做重路由优化的最佳时间窗口，在该时间窗口做业务重优化部署，对 OTN 传送平面现网 OTN 物理网络的运营影响最小。

另外，参照图 15，本申请的一个实施例还提供了一种网络管控系统，该网络管控系统 1500 包括：存储器 1510、处理器 1520 及存储在存储器 1510 上并可在处理器 1520 上运行的计算机程序。

处理器 1520 和存储器 1510 可以通过总线或者其他方式连接。

实现上述实施例的网络管控方法所需的非暂态软件程序以及指令存储在存储器 1510 中，当被处理器 1520 执行时，执行上述实施例中的应用于网络管控系统 1500 的网络管控方法，例如，执行以上描述的图 1 中的方法步骤 S110 至步骤 S140、图 2 中的方法步骤 S210 至步骤 S220、图 3 中的方法步骤 S310、图 4 中的方法步骤 S410 至步骤 S420、图 5 中的方法步骤 S510 至步骤 S520、图 6 中的方法步骤 S610 至步骤 S620、图 7 中的方法步骤 S710、图 8 中的方法步骤 S810。

本申请实施例包括：获取与物理网络中的实体对象对应的 DT 模型数据；根据所述 DT 模型数据生成具有不同层级的数字孪生实例 DT case，其中，DT case 的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的 DT case 之间具有功能上的协同关系；根据所述协同关系和所有所述 DT case 得到目标分析结果；根据所述目标分析结果生成网络配置信息，将所述网络

配置信息下发至所述物理网络，以使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控。根据本申请实施例提供的方案，能够根据具有不同层级的 DT case 和协同关系实现网络管控，提高网络系统的动态检测能力和数字化分析能力。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

此外，本申请的一个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被一个处理器或控制器执行，例如，被上述实施例中的一个处理器执行，可使得上述处理器执行上述实施例中的应用于网络管控系统的网络管控方法，例如，执行以上描述的图 1 中的方法步骤 S110 至步骤 S140、图 2 中的方法步骤 S210 至步骤 S220、图 3 中的方法步骤 S310、图 4 中的方法步骤 S410 至步骤 S420、图 5 中的方法步骤 S510 至步骤 S520、图 6 中的方法步骤 S610 至步骤 S620、图 7 中的方法步骤 S710、图 8 中的方法步骤 S810；或者，被上述实施例中的一个处理器执行，可使得上述处理器执行上述实施例中的应用于数据获取装置的网络管控方法，例如，执行以上描述的图 9 中的方法步骤 S910 至步骤 S920、图 10 中的方法步骤 S1010 至步骤 S1020、图 11 中的方法步骤 S1110 至步骤 S1120。本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器，如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

以上是对本申请的较佳实施进行了具体说明，但本申请并不局限于上述实施方式，熟悉本领域的技术人员在不违背本申请精神的前提下还可作出种种的等同变形或替换，这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

权 利 要 求 书

1、一种网络管控方法，应用于网络管控系统，所述网络管控方法包括：

获取与物理网络中的实体对象对应的数字孪生DT模型数据；

根据所述DT模型数据生成具有不同层级的数字孪生实例DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系；

根据所述协同关系和所有所述DT case得到目标分析结果；以及

根据所述目标分析结果生成网络配置信息，将所述网络配置信息下发至所述物理网络，以使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据，包括：

确定管控场景，根据所述管控场景确定数据需求；以及

根据所述数据需求，获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述DT模型数据生成具有不同层级的DT case，包括：

根据所述DT模型数据和实体对象的层级，在具有不同容器等级的目标DT case容器中生成DT case，其中，所述目标DT case容器根据所述管控场景和所述实体对象的层级从预先设定的DT case容器中确定，所述DT case容器用于生成和管理DT case，不同容器等级的DT case容器所生成的DT case所对应的层级互不相同。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，所述根据所述协同关系和所有所述DT case得到目标分析结果，包括：

根据所述协同关系和所述目标DT case容器所对应的容器等级，对由具有下一级容器等级的目标DT case容器生成的DT case进行基于人工智能AI算法的处理得到中间分析结果，并将所述中间分析结果上报至具有上一级容器等级的目标DT case容器，根据所述中间分析结果对由所述具有上一级容器等级的目标DT case容器生成的DT case进行所述基于AI算法的处理，得到协同分析结果；以及

将容器等级最大的目标DT case容器所得到的协同分析结果确定为目标分析结果。

5、根据权利要求4所述的方法，其中，所述基于AI算法的处理，包括：

根据所述管控场景，从预先设定的AI算法库中确定目标AI算法；以及

根据所述目标AI算法对所述DT case进行分析处理。

6、根据权利要求2所述的方法，其中，所述确定管控场景，包括：

获取当前的所述物理网络的运行状态，根据所述运行状态和预先设定的管理信息确定所述管控场景；

或者，

获取管控需求，根据所述管控需求确定所述管控场景。

7、根据权利要求1所述的方法，其中，在所述将所述网络配置信息下发至所述物理网络，以使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控之前，所述方法还包括：

当获取到所述物理网络在根据所述网络配置信息完成网络管控后上报的新的DT模型数据，根据所述新的DT模型数据重新生成所述网络配置信息。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述将所述网络配置信息下发至所述物理网络，以使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控之后，还包括：

获取并显示完成网络管控之后的所述物理网络的网络状态信息。

9、一种网络管控方法，应用于数据获取装置，所述数据获取装置与网络管控系统通信连接，所述网络管控方法包括：

生成与物理网络中的实体对象对应的 DT 模型数据；以及

将所述 DT 模型数据发送至所述网络管控系统，以使所述网络管控系统根据所述 DT 模型数据生成网络配置信息，并将所述网络配置信息下发至物理网络，从而使所述物理网络根据所述网络配置信息完成网络管控，其中，网络配置信息由所述网络管控系统根据目标分析结果生成，所述目标分析结果由所述网络管控系统根据协同关系和具有不同层级的所有 DT case 得到，所述具有不同层级的 DT case 由所述网络管控系统根据所述 DT 模型数据生成，DT case 的层级和实体对象的层级相对应，所述具有不同层级的 DT case 之间具有功能上的协同关系。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述生成与物理网络中的实体对象对应的 DT 模型数据，包括：

获取所述网络管控系统下发的数据需求，所述数据需求由所述网络管控系统根据确定的管控场景所确定；以及

根据所述数据需求生成与物理网络中的实体对象对应的 DT 模型数据。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，在所述生成与物理网络中的实体对象对应的 DT 模型数据之后，所述方法还包括：

在所述 DT 模型数据的生命周期中，当检测到实体对象的物理参数和/或物理属性发生变化，根据变化后的实体对象更新所述 DT 模型数据；以及

将更新后的所述 DT 模型数据同步至所述网络管控系统，以使所述网络管控系统根据更新后的所述 DT 模型数据得到所述网络配置信息。

12、一种网络管控系统，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 8 中任意一项所述的网络管控方法。

13、一种网络系统，包括网络管控系统和数据获取装置，其中，所述网络管控系统与所述数据获取装置通信连接，所述网络管控系统用于执行如权利要求 1 至 8 任意一项所述的网络管控方法，所述数据获取装置用于执行如权利要求 9 至 11 任意一项所述的网络管控方法。

14、一种计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，其中，所述计算机可执行指令用于执行如权利要求 1 至 8 中任意一项所述的网络管控方法，或者，执行如权利要求 9 至 11 中任意一项所述的网络管控方法。

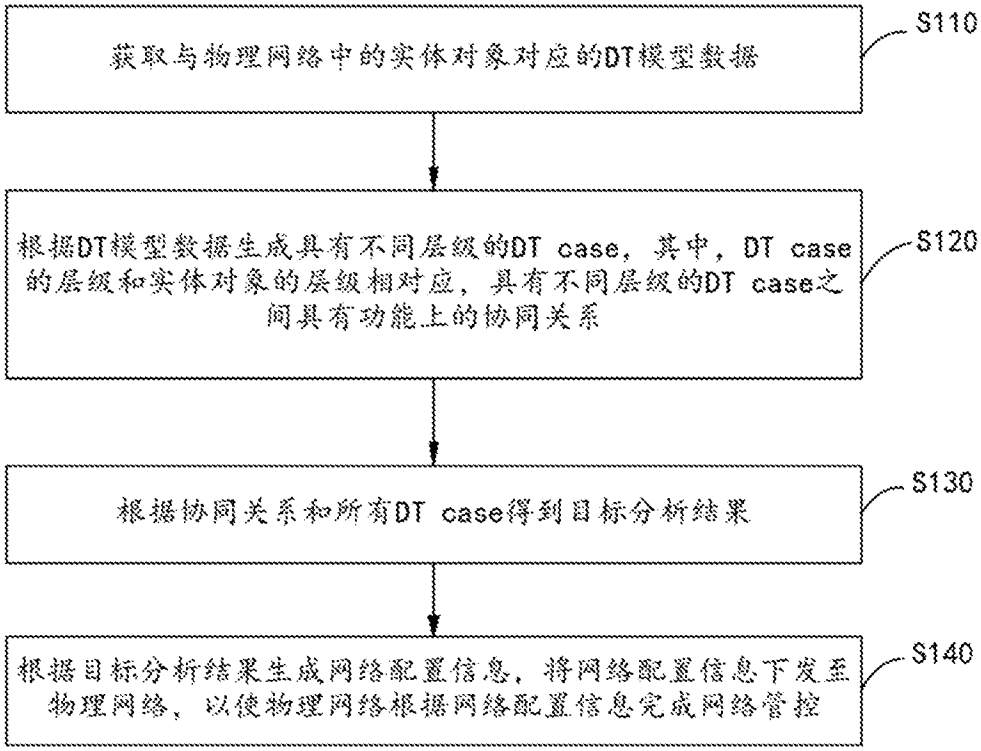

获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据
S110
根据DT模型数据生成具有不同层级的DT case，其中，DT case的层级和实体对象的层级相对应，具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系
S120
根据协同关系和所有DT case得到目标分析结果
S130
根据目标分析结果生成网络配置信息，将网络配置信息下发至物理网络，以使物理网络根据网络配置信息完成网络管控
S140

图 1

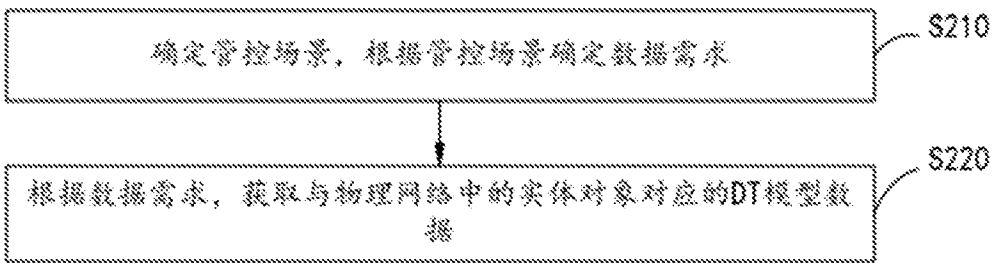

确定管控场景，根据管控场景确定数据需求
S210
根据数据需求，获取与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据
S220

图 2

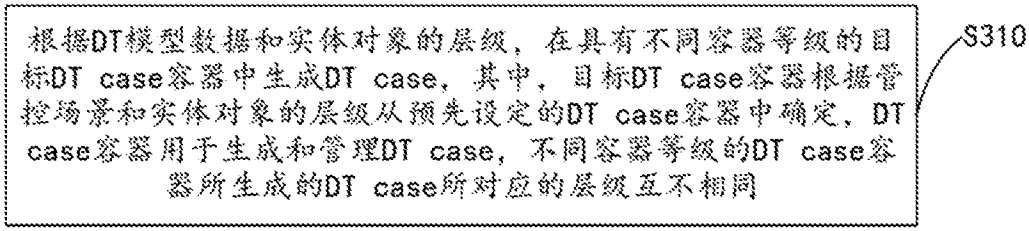

根据DT模型数据和实体对象的层级，在具有不同容器等级的目标DT case容器中生成DT case，其中，目标DT case容器根据管控场景和实体对象的层级从预先设定的DT case容器中确定，DT case容器用于生成和管理DT case，不同容器等级的DT case容器所生成的DT case所对应的层级互不相同
S310

图 3

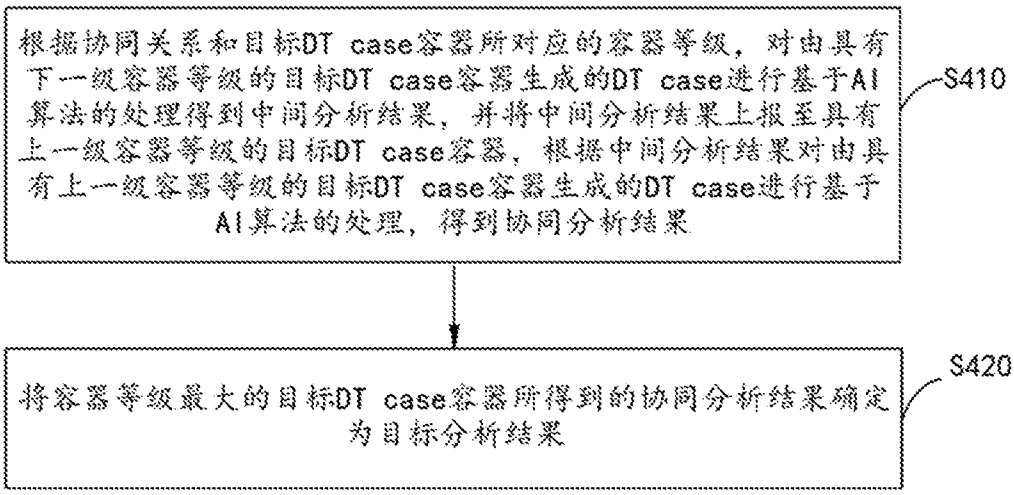

根据协同关系和目标DT case容器所对应的容器等级，对由具有下一级容器等级的目标DT case容器生成的DT case进行基于AI算法的处理得到中间分析结果，并将中间分析结果上报至具有上一级容器等级的目标DT case容器，根据中间分析结果对由具有上一级容器等级的目标DT case容器生成的DT case进行基于AI算法的处理，得到协同分析结果
S410
将容器等级最大的目标DT case容器所得到的协同分析结果确定为目标分析结果
S420

图 4

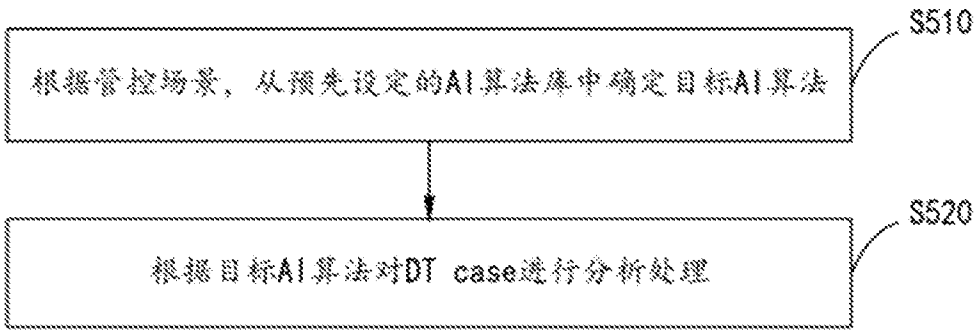

根据管控场景，从预先设定的AI算法库中确定目标AI算法
S510
根据目标AI算法对DT case进行分析处理
S520

图 5

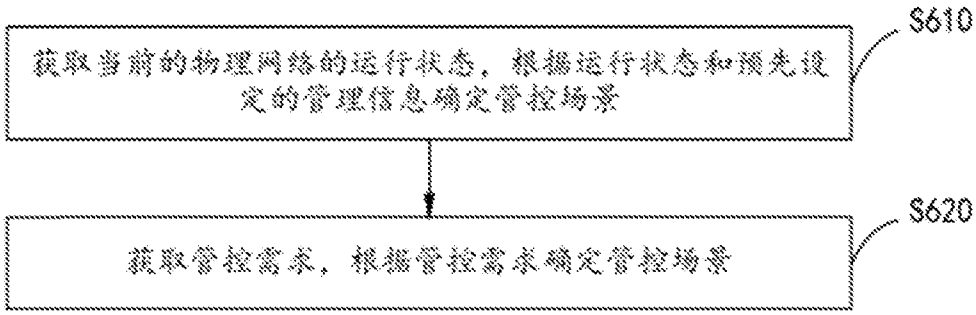

获取当前的物理网络的运行状态，根据运行状态和预先设定的管理信息确定管控场景
S610
获取管控需求，根据管控需求确定管控场景
S620

图 6

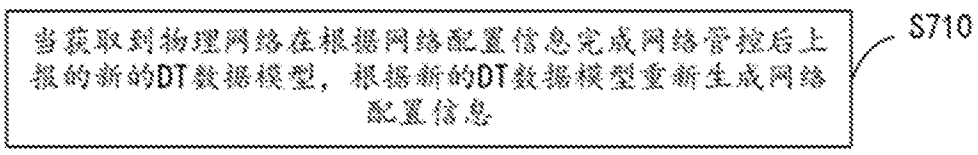

当获取到物理网络在根据网络配置信息完成网络管控后上报的新的DT数据模型，根据新的DT数据模型重新生成网络配置信息
S710

图 7

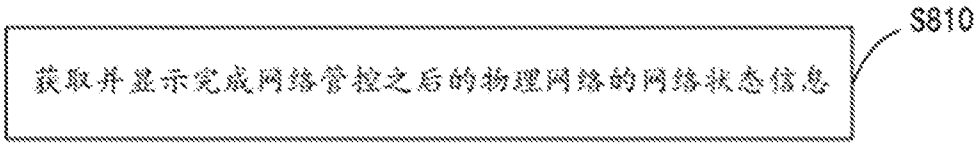

S810
获取并显示完成网络管控之后的物理网络的网络状态信息

图 8

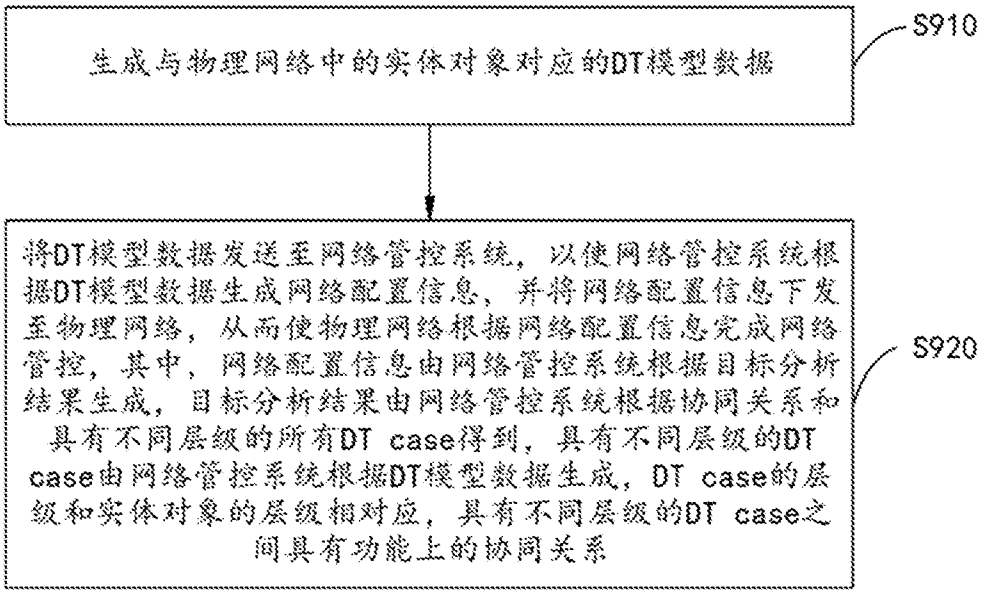

S910
生成与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据
S920
将DT模型数据发送至网络管控系统，以使网络管控系统根据DT模型数据生成网络配置信息，并将网络配置信息下发至物理网络，从而使物理网络根据网络配置信息完成网络管控，其中，网络配置信息由网络管控系统根据目标分析结果生成，目标分析结果由网络管控系统根据协同关系和具有不同层级的所有DT case得到，具有不同层级的DT case由网络管控系统根据DT模型数据生成，DT case的层级和实体对象的层级相对应，具有不同层级的DT case之间具有功能上的协同关系

图 9

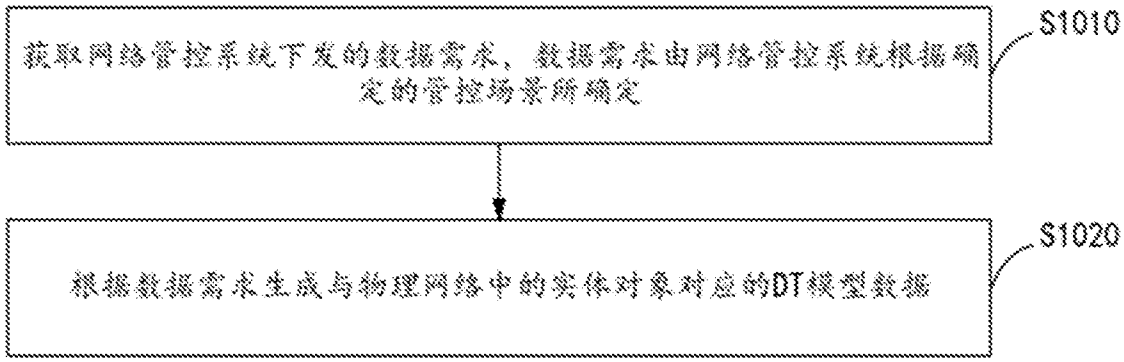

S1010
获取网络管控系统下发的数据需求，数据需求由网络管控系统根据确定的管控场景所确定
S1020
根据数据需求生成与物理网络中的实体对象对应的DT模型数据

图 10

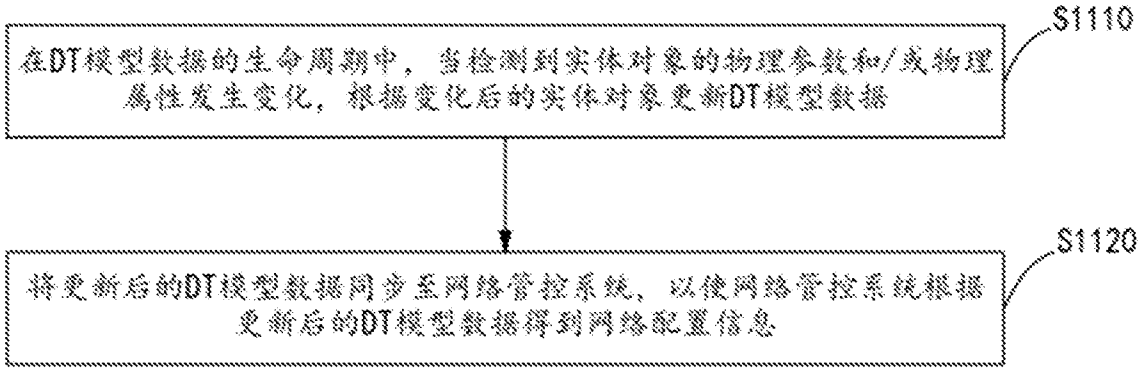

S1110
在DT模型数据的生命周期中，当检测到实体对象的物理参数和/或物理属性发生变化，根据变化后的实体对象更新DT模型数据
S1120
将更新后的DT模型数据同步至网络管控系统，以使网络管控系统根据更新后的DT模型数据得到网络配置信息

图 11

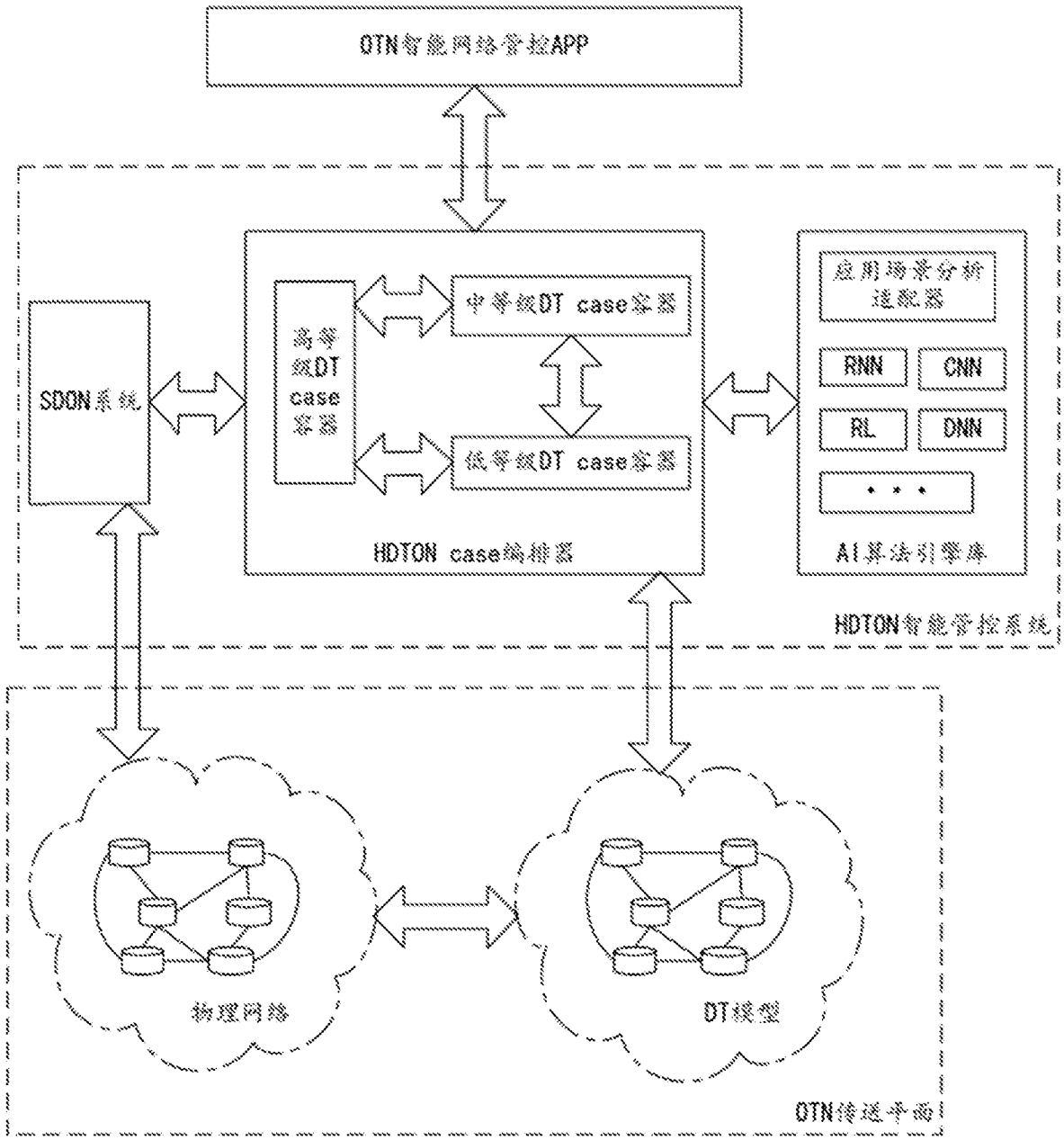

OTN智能网络管控APP
SDON系统
高等级DT case管器
中等级DT case管器
低等级DT case管器
HDTON case编排器
应用需求分析适配器
RNN
CNN
RL
DNN
• • •
AI算法引擎库
HDTON智能管控系统
物理网络
DT模型
OTN传送平面

图 12

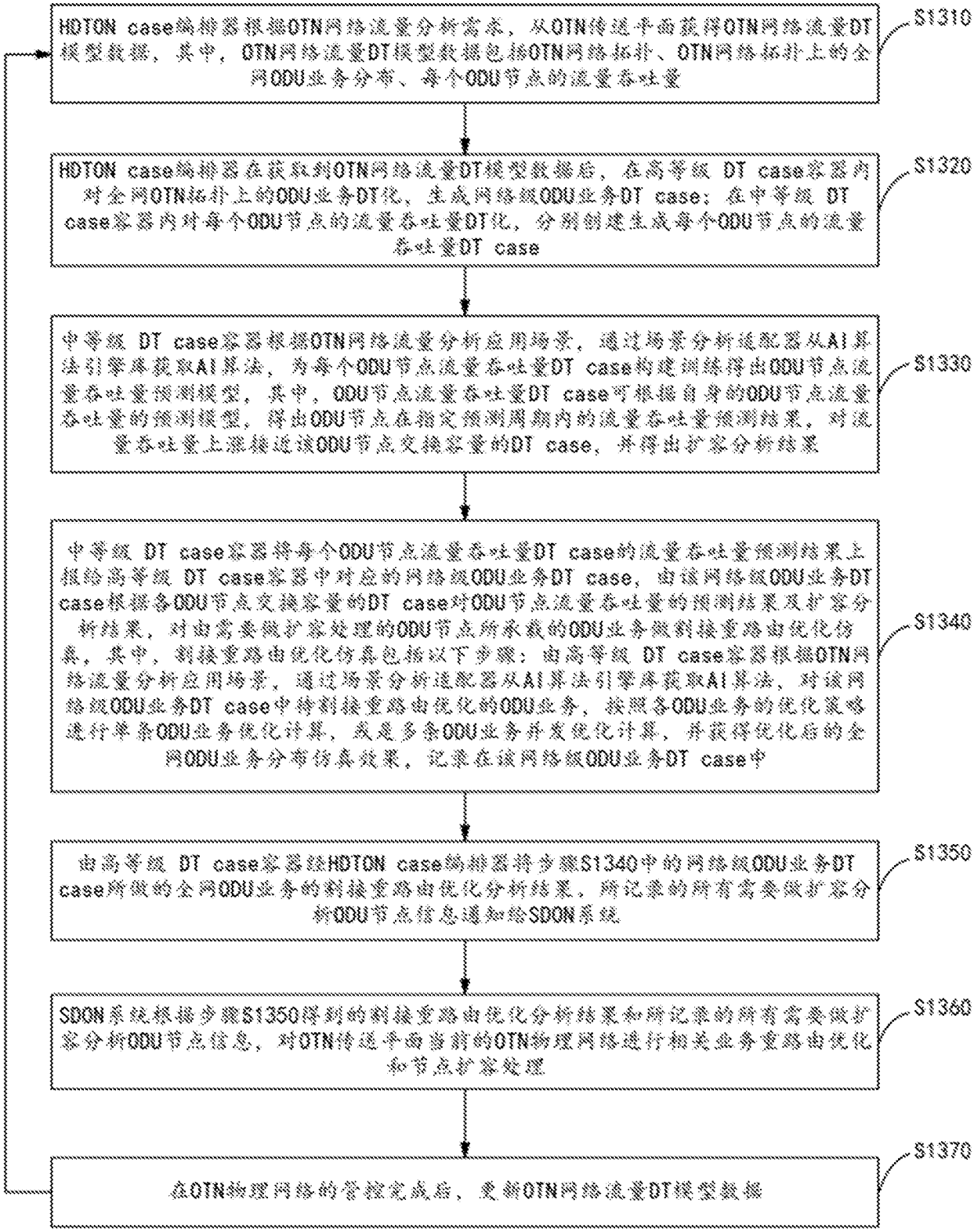

HDTON case编排器根据OTN网络流量分析需求，从OTN传送平面获得OTN网络流量DT模型数据，其中，OTN网络流量DT模型数据包括OTN网络拓扑、OTN网络拓扑上的全网ODU业务分布、每个ODU节点的流量吞吐量
S1310
HDTON case编排器在获取到OTN网络流量DT模型数据后，在高等级 DT case容器内对全网OTN拓扑上的ODU业务DT化，生成网络级ODU业务DT case；在中等级 DT case容器内对每个ODU节点的流量吞吐量DT化，分别创建生成每个ODU节点的流量吞吐量DT case
S1320
中等级 DT case容器根据OTN网络流量分析应用场景，通过场景分析适配器从AI算法引擎库获取AI算法，为每个ODU节点流量吞吐量DT case构建训练得出ODU节点流量吞吐量预测模型，其中，ODU节点流量吞吐量DT case可根据自身的ODU节点流量吞吐量的预测模型，得出ODU节点在指定预测周期内的流量吞吐量预测结果，对流量吞吐量上涨接近该ODU节点交换容量的DT case，并得出扩容分析结果
S1330
中等级 DT case容器将每个ODU节点流量吞吐量DT case的流量吞吐量预测结果上报给高等级 DT case容器中对应的网络级ODU业务DT case，由该网络级ODU业务DT case根据各ODU节点交换容量的DT case对ODU节点流量吞吐量的预测结果及扩容分析结果，对由需要做扩容处理的ODU节点所承载的ODU业务做割接重路由优化仿真，其中，割接重路由优化仿真包括以下步骤：由高等级 DT case容器根据OTN网络流量分析应用场景，通过场景分析适配器从AI算法引擎库获取AI算法，对该网络级ODU业务DT case中待割接重路由优化的ODU业务，按照各ODU业务的优化策略进行单条ODU业务优化计算，或是多条ODU业务并发优化计算，并获得优化后的全网ODU业务分布仿真结果，记录在该网络级ODU业务DT case中
S1340
由高等级 DT case容器经HDTON case编排器将步骤S1340中的网络级ODU业务DT case所做的全网ODU业务的割接重路由优化分析结果，所记录的所有需要做扩容分析ODU节点信息通知给SDON系统
S1350
SDON系统根据步骤S1350得到的割接重路由优化分析结果和所记录的所有需要做扩容分析ODU节点信息，对OTN传送平面当前的OTN物理网络进行相关业务重路由优化和节点扩容处理
S1360
在OTN物理网络的容扩完成后，更新OTN网络流量DT模型数据
S1370

图 13

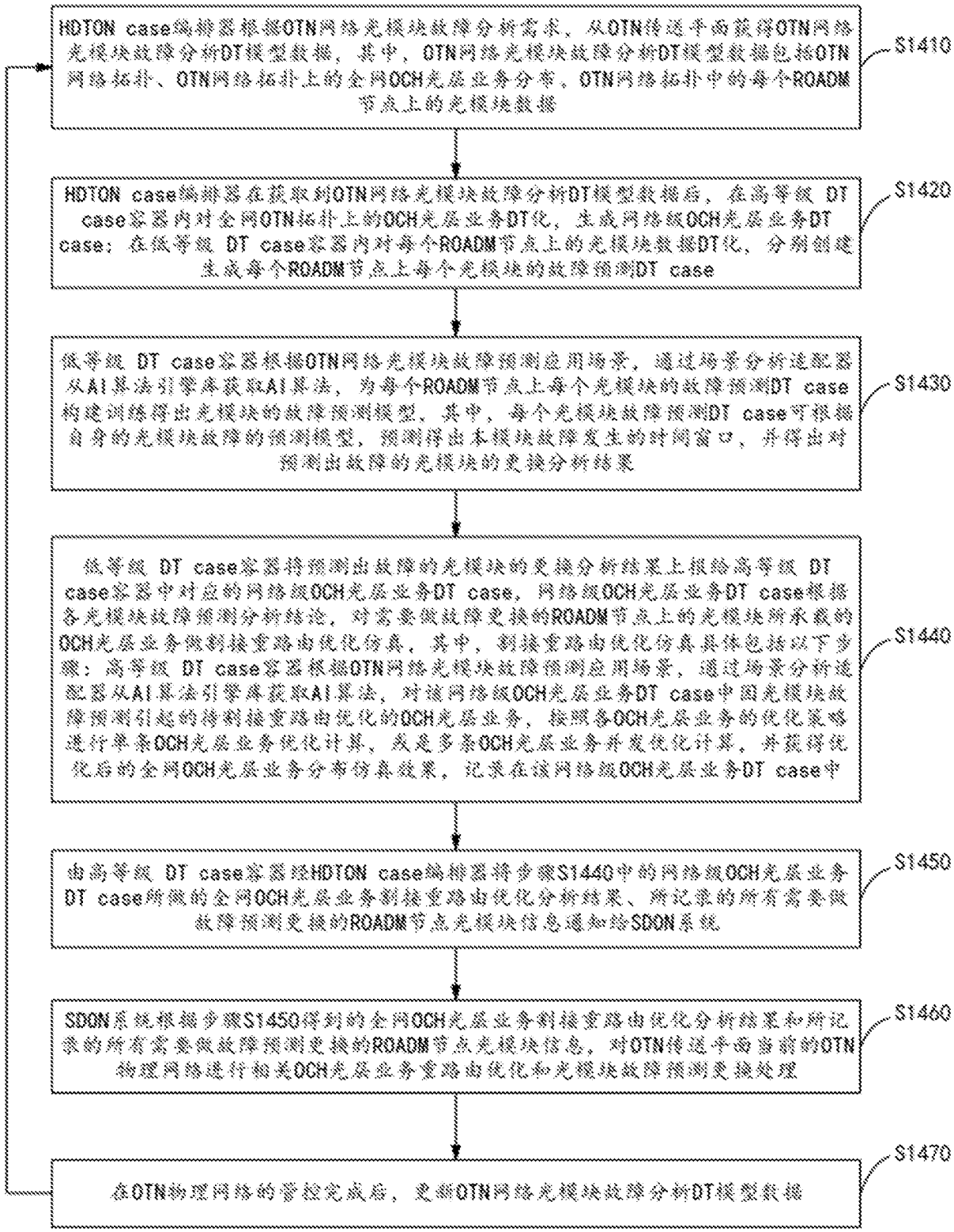

HDTON case编排器根据OTN网络光模块故障分析需求，从OTN传送平面获得OTN网络光模块故障分析DT模型数据，其中，OTN网络光模块故障分析DT模型数据包括OTN网络拓扑、OTN网络拓扑上的全网OCH光层业务分布，OTN网络拓扑中的每个ROADM节点上的光模块数据
S1410
HDTON case编排器在获取到OTN网络光模块故障分析DT模型数据后，在高等级 DT case容器内对全网OTN拓扑上的OCH光层业务DT化，生成网络级OCH光层业务DT case；在低等级 DT case容器内对每个ROADM节点上的光模块数据DT化，分别创建生成每个ROADM节点上每个光模块的故障预测DT case
S1420
低等级 DT case容器根据OTN网络光模块故障预测应用场景，通过场景分析适配器从AI算法引擎库获取AI算法，为每个ROADM节点上每个光模块的故障预测DT case构建训练得出光模块的故障预测模型，其中，每个光模块故障预测DT case可根据自身的光模块故障的预测模型，预测得出本模块故障发生的时间窗口，并得出对预测出故障的光模块的更换分析结果
S1430
低等级 DT case容器将预测出故障的光模块的更换分析结果上报给高等级 DT case容器中对应的网络级OCH光层业务DT case，网络级OCH光层业务DT case根据各光模块故障预测分析结论，对需要做故障更换的ROADM节点上的光模块所承载的OCH光层业务做割接重路由优化仿真，其中，割接重路由优化仿真具体包括以下步骤：高等级 DT case容器根据OTN网络光模块故障预测应用场景，通过场景分析适配器从AI算法引擎库获取AI算法，对该网络级OCH光层业务DT case中因光模块故障预测引起的待割接重路由优化的OCH光层业务，按照各OCH光层业务的优化策略进行单条OCH光层业务优化计算，或是多条OCH光层业务并发优化计算，并获得优化后的全网OCH光层业务分布仿真结果，记录在该网络级OCH光层业务DT case中
S1440
由高等级 DT case容器经HDTON case编排器将步骤S1440中的网络级OCH光层业务DT case所做的全网OCH光层业务割接重路由优化分析结果、所记录的所有需要做故障预测更换的ROADM节点光模块信息通知给SDON系统
S1450
SDON系统根据步骤S1450得到的全网OCH光层业务割接重路由优化分析结果和所记录的所有需要做故障预测更换的ROADM节点光模块信息，对OTN传送平面当前的OTN物理网络进行相关OCH光层业务重路由优化和光模块故障预测更换处理
S1460
在OTN物理网络的调整完成后，更新OTN网络光模块故障分析DT模型数据
S1470

图 14

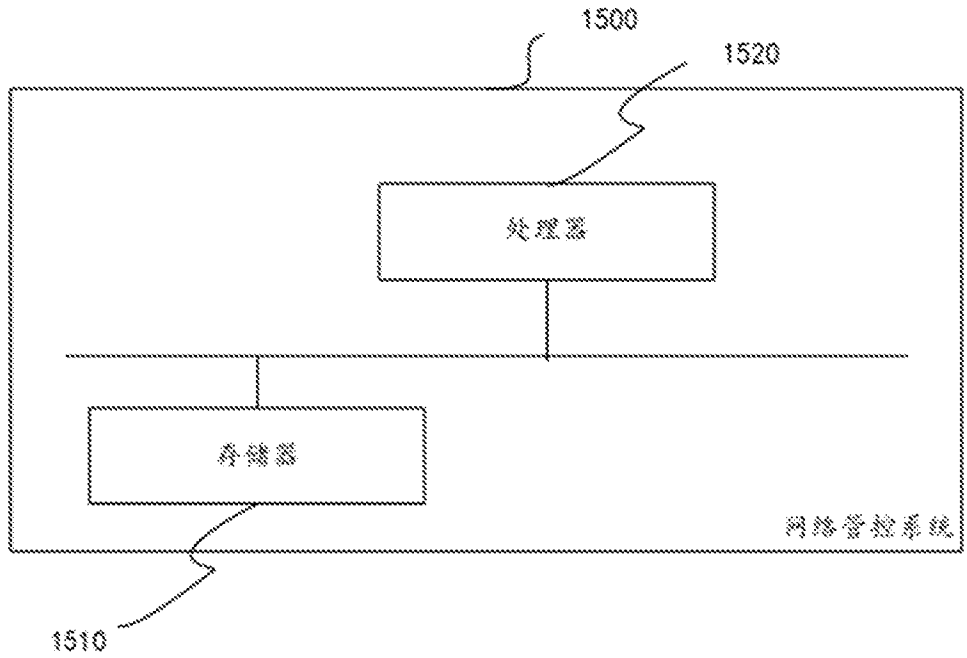


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/132834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 41/042(2022.01)i; H04L 41/044(2022.01)i; H04L 41/122(2022.01)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)

H04L

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)

CNTXT; WPABS; ENTXT; CNKI; VEN; 3GPP; IEEE: 网络, 管理, 控制, 管控, 对象, 光网络, 软件定义, OTN, ODU, ROADM, SDON, 数字孪生, DT模型, 等级数字孪生光网络, 层级, 等级, DT实例, 容器, 协同, 配置, 人工智能, AI, network, manag+, control+, object, optical network, Software Defined, digital twin, DT model, HDTON, Hierarchical Digital Twin OTN, hierarchical, DT case, cooperat+, Artificial Intelligence

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112306658 A (GUIZHOU POWER GRID CO., LTD.) 02 February 2021 (2021-02-02) see entire document	1-14
A	US 2020265329 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES INC.) 20 August 2020 (2020-08-20) see entire document	1-14
A	CN 110855503 A (YE XIAOBIN et al.) 28 February 2020 (2020-02-28) see entire document	1-14
A	CN 111652415 A (CHINESE AERONAUTICAL RADIO ELECTRONICS RESEARCH INSTITUTE) 11 September 2020 (2020-09-11) see entire document	1-14

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 February 2022	**02 March 2022**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/132834

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 112306658 A	02 February 2021	None	
US 2020265329 A1	20 August 2020	CN 111562769 A	21 August 2020
		EP 3696622 A1	19 August 2020
CN 110855503 A	28 February 2020	None	
CN 111652415 A	11 September 2020	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/132834

A. 主题的分类

H04L 41/042(2022.01)i; H04L 41/044(2022.01)i; H04L 41/122(2022.01)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)

H04L

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））

CNTXT;WPABS;ENTXT;CNKI;VEN;3GPP;IEEE: 网络，管理，控制，管控，对象，光网络，软件定义，OTN，ODU，ROADM，SDON，数字孪生，DT模型，等级数字孪生光网络，层级，等级，DT实例，容器，协同，配置，人工智能，AI，network，manag+，control+，object，optical network，Software Defined，digital twin，DT model，HDTON，Hierarchical Digital Twin OTN，hierarchical，DT case，cooperat+，Artificial Intelligence

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
A	CN 112306658 A (贵州电网有限责任公司) 2021年2月2日 (2021-02-02) 参见全文	1-14
A	US 2020265329 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES INC) 2020年8月20日 (2020-08-20) 参见全文	1-14
A	CN 110855503 A (叶晓斌 等) 2020年2月28日 (2020-02-28) 参见全文	1-14
A	CN 111652415 A (中国航空无线电电子研究所) 2020年9月11日 (2020-09-11) 参见全文	1-14

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

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

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

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

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

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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2022年2月23日	2022年3月2日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 吴旭 电话号码 86-010-62089859

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/132834

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	112306658	A	2021年2月2日		无		
US	2020265329	A1	2020年8月20日	CN	111562769	A	2020年8月21日
				EP	3696622	A1	2020年8月19日
CN	110855503	A	2020年2月28日		无		
CN	111652415	A	2020年9月11日		无		