(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 4 月 28 日 (28.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/083540 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/24 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/124377

(22) 国际申请日: 2021 年 10 月 18 日 (18.10.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011123661.5 2020年10月20日 (20.10.2020) CN
202011622270.8 2020年12月31日 (31.12.2020) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 谢于明(XIE, Yuming); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李野(LI, Ye); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李举厂(LI, Juchang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 高云鹏(GAO, Yunpeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 侯延祥(HOU, Yanxiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨延城(YANG, Yancheng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京三高永信知识产权代理有限责任公司(BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市

(54) **Title:** METHOD, APPARATUS, AND SYSTEM FOR DETERMINING FAULT RECOVERY PLAN, AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称:** 故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质

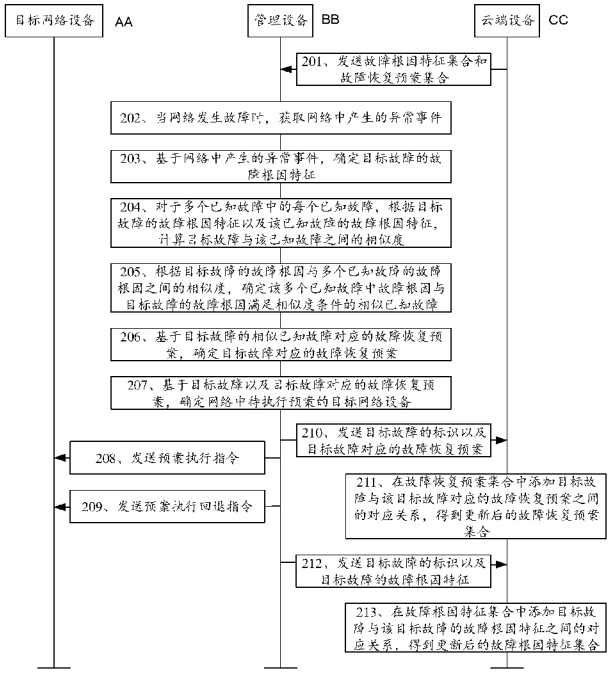


图 2

201 Send a fault root cause feature set and a fault recovery plan set
202 When the network experiences a fault, acquire an abnormal event produced in the network
203 On the basis of the abnormal event produced in the network, determine a fault root cause feature of a target fault
204 For each known fault amongst a plurality of known faults, on the basis of the fault root cause feature of the target fault and the fault root cause feature of the known fault, calculate the similarity between the target fault and the known fault
205 On the basis of the similarity between the fault root cause of the target fault and the fault root cause of the plurality of known faults, determine from amongst the plurality of known faults similar known faults wherein the fault root cause and the fault root cause of the target fault in the network meet a similarity condition
206 On the basis of the fault recovery plans corresponding to the similar known faults of the target fault, determine a fault recovery plan corresponding to the target fault
207 On the basis of the target fault and the fault recovery plan corresponding to the target fault, determine a target network device to execute the plan in the network
208 Send a plan execution command
209 Send a plan execution rollback command
210 Send an identifier of the target fault and the fault recovery plan corresponding to the target fault
211 Add the corresponding relationship between the target fault and the fault recovery plan corresponding to the target fault to the fault recovery plan set to obtain an updated fault recovery plan set
212 Send the identifier of the target fault and the fault root cause feature corresponding to the target fault
213 Add the corresponding relationship between the target fault and the fault root cause feature corresponding to the target fault to the fault root cause feature set to obtain an updated fault root cause feature set
AA Target network device
BB Management device
CC Cloud device

(57) **Abstract:** Disclosed in the present application are a method, an apparatus, and a system for determining a fault recovery plan, and a computer storage medium, relating to the technical field of networks. A control device first acquires from amongst a plurality of known faults similar known faults wherein the fault root cause and the fault root cause of a target fault in the network meet a similarity condition. The control device then acquires fault recovery plans corresponding to the similar known faults. On the basis of the fault recovery plans corresponding to the similar known faults, the control device determines a fault recovery plan corresponding to the target

[见续页]

WO 2022/083540 A1

海淀区学院路蓟门里和景园A座1单元102室, Beijing 100088 (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)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

fault. In the present application, regardless of whether the target fault is a known fault, as long as a similar known fault wherein the fault root cause and the fault root cause of the target fault in the network meet a similarity condition can be found amongst the known faults, a fault recovery plan corresponding to the target fault can be determined, expanding the range of faults that can be processed.

(57) 摘要：本申请公开了一种故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质，属于网络技术领域。首先控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。然后控制设备获取该相似已知故障对应的故障恢复预案。控制设备基于该相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。本申请中，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到故障根因与该目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，扩大了能够处理的故障范围。

故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质

本申请要求于2020年10月20日提交的申请号为202011123661.5、发明名称为“实现故障恢复预案推荐的方法、装置和系统”的中国专利申请的优先权，以及于2020年12月31日提交的申请号为202011622270.8、发明名称为“故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及网络技术领域，特别涉及一种故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质。

背景技术

网络故障是指由于硬件问题、软件问题或网络攻击等原因导致网络无法提供正常服务或服务质量较差。发生网络故障后，采用传统运维方式进行故障恢复的过程中，需要依靠人工判断后根据经验给出故障恢复预案，自动化程度低且效率低。

目前，通常依赖于专家经验以及现网的故障案例制定一系列专家规则，专家规则包括故障以及该故障对应的故障恢复预案。当发生网络故障时，管理设备基于制定的专家规则确定该故障对应的故障恢复预案，然后实施该故障恢复预案以对网络进行故障修复，缩短了网络设备由故障状态转为工作状态所耗费的时间。其中，网络设备由故障状态转为工作状态所耗费的时间也可称为平均恢复时间（mean time to recovery，MTTR）。

但是，由于目前专家规则通常采用硬编码的方式指定故障对应的故障恢复预案，因此只能处理专家规则中包含的故障，能够处理的故障范围有限。

发明内容

本申请提供了一种故障恢复预案确定方法、装置及系统、计算机存储介质，可以解决目前基于专家规则能够处理的故障范围有限的问题。

第一方面，提供了一种故障恢复预案确定方法。该方法包括：控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。控制设备获取相似已知故障对应的故障恢复预案。控制设备基于相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

本申请中，控制设备能够基于网络中的目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到故障根因与该目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可

靠性较高。

可选地，故障根因采用故障根因特征表示，故障根因特征包括故障根因对象和故障根因事件，其中，故障根因事件为导致故障的异常事件，故障根因对象用于指示故障根因网络实体的类型，故障根因网络实体为故障根因事件所属的网络实体。故障根因对象可以理解为故障根因网络实体的本体，故障根因网络实体可以理解为故障根因对象的实例化。故障根因对象的类型包括设备、接口、协议或业务。

可选地，故障根因网络实体为物理接口，故障根因特征还包括故障根因网络实体的接口闪断指示、故障根因网络实体的接口假死指示、故障根因网络实体的收发报文状态、故障根因网络实体的接口协议状态或故障根因网络实体所在设备的物理接口状态中的一个或多个。或者，故障根因网络实体为 BGP 对等体，故障根因特征还包括故障根因网络实体的 BGP 路由震荡指示和/或故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。又或者，不限于故障根因网络实体的类型，故障根因特征还包括故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。

第一种情况，控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障的实现过程，包括：控制设备获取多个已知故障的故障根因特征。对于多个已知故障中的每个已知故障，控制设备根据目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度。控制设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

在一种可能实现方式中，控制设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障的实现过程，包括：控制设备将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为相似已知故障。

该实现方式中，基于相似度阈值在已知故障中查找目标故障的相似故障，确定的相似故障的准确度较高，进而可以使得确定的目标故障对应的故障恢复预案的可靠性较高。

在另一种可能实现方式中，控制设备对目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度进行排序，并将故障根因与目标故障的故障根因之间相似度最高的 n 个已知故障作为目标故障的相似已知故障，n 为正整数。

该实现方式中，总能在已知故障中找到目标故障的相似已知故障，进而总能确定目标故障对应的故障恢复预案，能够处理的故障范围较大。

在又一种可能实现方式中，管理设备将多个已知故障中满足故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值，且按照故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度由高至低的排序方式属于前 m 个的已知故障作为目标故障的相似已知故障，m 为正整数。

该实现方式中，能够对故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障进行筛选，既能保证确定的相似故障的准确度，又能限制确定的相似故障的数量，减小后续计算量。

可选地，控制设备根据目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度的实现过程，包括：控制设备向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，相似度模型基于多个样本故障

的故障根因特征训练得到，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

可选地，控制设备采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型。

可选地，控制设备还可以向相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取相似度模型输出的每个样本故障对的故障根因之间的相似度，多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障。控制设备根据多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。

或者，控制设备接收来自训练设备的相似度模型和/或相似度阈值。该训练设备为控制设备的上层设备。

本申请中，由训练设备统一训练相似度模型和/或确定相似度阈值，可以使该训练设备所管理的所有控制设备共享相似度模型和/或相似度阈值，减小了控制设备的计算量。

可选地，控制设备还可以接收来自训练设备的故障根因特征集合，该故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。则控制设备获取多个已知故障的故障根因特征的实现过程，包括：控制设备基于故障根因特征集合，获取多个已知故障的故障根因特征。

可选地，控制设备还可以向训练设备发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征，以供训练设备在故障根因特征集合中添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

本申请中，控制设备可以向训练设备实时上报现网故障的故障根因特征，实现了训练设备对故障根因特征集合的自动更新，从而可以扩大能够处理的故障范围。

可选地，当网络发生故障时，控制设备获取网络中产生的异常事件。控制设备基于网络中产生的异常事件，确定故障的故障根因特征。目标故障可以是网络中的任一故障。

第二种情况，控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障的实现过程，包括：控制设备接收来自分析设备的目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。

在第二种情况中，由分析设备在多个已知故障中确定目标故障的相似已知故障，再将该相似已知故障的信息发送给控制设备。分析设备确定目标故障的相似已知故障的方式可参考上述第一种情况中控制设备确定目标故障的相似已知故障的方式，本申请在此不再赘述。

可选地，控制设备基于相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案的实现过程，包括：控制设备基于网络的网络配置，评估相似已知故障对应的故障恢复预案的可行性，网络配置包括组网拓扑和/或设备数据，设备数据包括管理面数据、数据面数据或控制面数据中的一种或多种。控制设备将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，控制设备将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案的实现过程，包括：响应于多个故障恢复预案可行，控制设备基于网络的网络配置，分别评估多个故障恢复预案对网络所运行业务的影响程度。控制设备将多个故

障恢复预案中，对网络所运行业务的影响程度最小的故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。

本申请中，控制设备将目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案中，对网络所运行业务的影响程度最小的故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案，既可以解决目标故障，又可以尽可能地降低对网络所运行业务的影响，提高网络运行的可靠性和稳定性。

可选地，控制设备还可以基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备。控制设备向目标网络设备发送预案执行指令，预案执行指令用于指示目标网络设备执行目标故障对应的故障恢复预案，该预案执行指令包括目标故障对应的故障恢复预案。

本申请中，控制设备在确定目标故障对应的故障恢复预案之后，还可以向网络中需要执行该故障恢复预案的相关网络设备分发该故障恢复预案，以实现端到端地故障恢复。

可选地，控制设备还可以向目标网络设备发送预案执行回退指令，该预案执行回退指令用于指示目标网络设备恢复至执行目标故障对应的故障恢复预案之前的状态。

可选地，响应于接收到回退触发指令，控制设备向目标网络设备发送预案执行回退指令。

本申请中，控制设备在向目标网络设备发送预案执行指令之后，还可以向目标网络设备发送预案执行回退指令，以指示目标网络设备恢复至执行故障恢复预案之前的状态，实现了网络设备的状态回滚功能。在网络设备执行了不合理的故障恢复预案的场景下，该功能可以快速使网络设备恢复至原始状态，提高网络运行可靠性。

可选地，控制设备接收来自训练设备的故障恢复预案集合，该故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。则控制设备获取相似已知故障对应的故障恢复预案的实现过程，包括：控制设备基于故障恢复预案集合，获取相似已知故障对应的故障恢复预案。

可选地，控制设备向训练设备发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案，以供训练设备在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

本申请中，控制设备可以向训练设备实时上报现网故障对应的故障恢复预案，实现了训练设备对故障恢复预案集合的自动更新，从而扩大能够处理的故障范围，另外无需人工方式总结故障对应的故障恢复预案并采用硬编码方式，提高了故障恢复预案的扩展灵活性，降低了维护难度。

第二方面，提供了一种故障恢复预案确定方法。该方法包括：分析设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。分析设备向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障，相似故障信息用于控制设备确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。

可选地，分析设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障的实现过程，包括：分析设备获取多个已知故障的故障根因特征。对于多个已知故障中的每个已知故障，分析设备根据目标故障的故障根因特征以及该已知故

障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与该已知故障的故障根因之间的相似度。分析设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，分析设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障的实现过程，包括：分析设备将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为相似已知故障。

可选地，分析设备根据目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度的实现过程，包括：分析设备向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，相似度模型基于标注有类别标签的多个样本故障的故障根因特征训练得到，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

第三方面，提供了一种故障恢复预案确定方法。该方法包括：训练设备获取相似度模型，相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。训练设备向分析设备发送相似度模型，供分析设备确定网络中发生的目标故障的相似已知故障，相似已知故障用于确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，训练设备获取相似度模型的实现过程，包括：训练设备采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型。

可选地，训练设备还可以向相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取相似度模型输出的每个样本故障对的故障根因之间的相似度，多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障。训练设备根据多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。训练设备向分析设备发送相似度阈值。

可选地，训练设备还可以向分析设备发送故障根因特征集合，故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。训练设备还可以向控制设备发送故障恢复预案集合，故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。

可选地，训练设备还可以接收来自控制设备的目标故障的标识、目标故障的故障根因特征以及目标故障对应的故障恢复预案。训练设备在故障根因特征集合中添加目标故障与目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合，并在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

第四方面，提供了一种控制设备。所述控制设备包括多个功能模块，所述多个功能模块相互作用，实现上述第一方面及其各实施方式中的方法。所述多个功能模块可以基于软件、硬件或软件和硬件的结合实现，且所述多个功能模块可以基于具体实现进行任意组合或分割。

第五方面，提供了一种分析设备。所述分析设备包括多个功能模块，所述多个功能模块相互作用，实现上述第二方面及其各实施方式中的方法。所述多个功能模块可以基于软件、硬件或软件和硬件的结合实现，且所述多个功能模块可以基于具体实现进行任意组合或分割。

第六方面，提供了一种训练设备。所述训练设备包括多个功能模块，所述多个功能模块相互作用，实现上述第三方面及其各实施方式中的方法。所述多个功能模块可以基于软件、硬件或软件和硬件的结合实现，且所述多个功能模块可以基于具体实现进行任意组合或分割。

第七方面，提供了一种故障恢复预案确定系统。包括：控制设备和分析设备。

所述分析设备用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，并向所述控制设备发送所述目标故障对应的相似故障信息，所述相似故障信息包括所述目标故障的标识和相似故障列表，所述相似故障列表包括所述目标故障的一个或多个相似已知故障。所述控制设备用于获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于所述相似已知故障对应的故障恢复预案，确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，所述系统还包括：训练设备。

所述训练设备用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型，并向所述分析设备发送所述相似度模型，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。所述分析设备用于对于所述多个已知故障中的每个已知故障，向所述相似度模型输入所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度，并根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障。

可选地，所述训练设备还用于向所述控制设备发送故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。所述控制设备用于基于所述故障恢复预案集合，获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案。

可选地，所述控制设备还用于向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障对应的故障恢复预案。所述训练设备还用于在所述故障恢复预案集合中添加所述目标故障与所述目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

可选地，所述训练设备还用于向所述分析设备发送故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。所述分析设备用于基于所述故障根因特征集合，获取所述多个已知故障的故障根因特征。

可选地，所述相似故障信息还包括所述目标故障的故障根因特征。所述控制设备还用于向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障的故障根因特征。所述训练设备还用于在所述故障根因特征集合中添加所述目标故障与所述目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

第八方面，还提供了一种控制设备，包括：处理器和存储器；

所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；
所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现上述第一方面及其各实施方式中的方法。

第九方面，还提供了一种分析设备，包括：处理器和存储器；
所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；
所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现上述第二方面及其各实施方式中的方法。

第十方面，还提供了一种训练设备，包括：处理器和存储器；
所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；
所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现上述第三方面及其各实施方式中的方法。

第十一方面，提供了一种计算机存储介质，所述计算机存储介质上存储有指令，当所述指令被计算机设备的处理器执行时，实现上述第一方面及其各实施方式中的方法，或者，实现上述第二方面及其各实施方式中的方法，又或者，实现上述第三方面及其各实施方式中的方法。

第十二方面，提供了一种芯片，芯片包括可编程逻辑电路和/或程序指令，当芯片运行时，实现上述第一方面及其各实施方式中的方法，或者，实现上述第二方面及其各实施方式中的方法，又或者，实现上述第三方面及其各实施方式中的方法。

本申请提供的技术方案带来的有益效果至少包括：

控制设备基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到该目标故障的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，因此扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。进一步地，控制设备还可以向云端设备实时上报现网故障的故障根因特征及其对应的故障恢复预案，实现了云端设备对故障恢复预案集合和故障根因特征集合的自动更新，从而扩大能够处理的故障范围，另外无需人工方式总结故障对应的故障恢复预案并采用硬编码方式，提高了故障恢复预案的扩展灵活性，降低了维护难度。

附图说明

图 1 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定系统的结构示意图；
图 2 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定方法的流程示意图；
图 3 是本申请实施例提供的故障恢复预案确定方法的实现过程示意图；
图 4 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定系统的功能示意图；
图 5 是本申请实施例提供的一种控制设备的结构示意图；
图 6 是本申请实施例提供的另一种控制设备的结构示意图；

图 7 是本申请实施例提供的又一种控制设备的结构示意图；
图 8 是本申请实施例提供的再一种控制设备的结构示意图；
图 9 是本申请实施例提供的还一种控制设备的结构示意图；
图 10 是本申请另一实施例提供的一种控制设备的结构示意图；
图 11 是本申请实施例提供的一种分析设备的结构示意图；
图 12 是本申请实施例提供的一种云端设备的结构示意图；
图 13 是本申请实施例提供的另一种云端设备的结构示意图；
图 14 是本申请实施例提供的又一种云端设备的结构示意图；
图 15 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定装置的框图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

本申请实施例提供了一种故障恢复预案确定方法。首先，控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。其次，控制设备获取该相似已知故障对应的故障恢复预案。然后，控制设备基于该相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。一个已知故障可以对应一个或多个故障恢复预案，一个故障恢复预案也可以对应一个或多个已知故障。网络中的目标故障可以是网络中的任一故障。

由于本申请实施例中，控制设备能够基于网络中的目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到故障根因与该目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。

可选地，故障根因采用故障根因特征表示。故障根因特征包括故障根因对象和故障根因事件。其中，故障根因事件为导致故障的异常事件，例如，“物理接口中断”可以是一个故障根因事件，表示导致当前故障的原因是物理接口中断了。故障根因对象用于指示故障根因网络实体的类型，故障根因网络实体用于指示故障发生的具体位置，故障根因网络实体为故障根因事件所属的网络实体。故障根因对象可以理解为故障根因网络实体的本体，故障根因网络实体可以理解为故障根因对象的实例化。故障根因对象的类型包括设备、接口、协议或业务。设备类具体包括单板或子卡等。接口类包括物理接口、环回口和虚拟局域网（virtual local area network，VLAN）接口等。协议类具体包括开放式最短路径优先（open shortest path first，OSPF）或边界网关协议（Border Gateway Protocol，BGP）等。业务类具体包括虚拟专用网络（virtual private network，VPN）业务或动态主机配置协议（dynamic host configuration protocol，DHCP）业务等。例如，故障根因网络实体为设备 A 上的物理接口 A，则该次故障的故障根因对象为物理接口。又例如，故障根因网络实体为 OSPF 网段（OSPF network），表示为：OSPF network-

112.172.7.0-0.0.0.3，则该次故障的故障根因对象为 OSPF network。又例如，故障根因网络实体为虚拟扩展局域网（virtual extensible local area network，VXLAN）隧道端点（VXLAN tunnel end point，VTEP），表示为：VXLAN tunnel-1.1.1.1-2.2.2.2，其中，1.1.1.1 为源 VTEP 地址，2.2.2.2 为目的 VTEP 地址，则该次故障的故障根因对象为 VXLAN 隧道。

可选地，当故障根因网络实体为物理接口时，故障根因特征还可以包括故障根因网络实体的接口闪断指示（即物理接口的接口闪断指示）、故障根因网络实体的接口假死指示（即物理接口的接口假死指示）、故障根因网络实体的收发报文状态（即物理接口的收发报文状态）、故障根因网络实体的接口协议状态（即物理接口的接口协议状态）或故障根因网络实体所在设备的物理接口状态中的一个或多个。或者，当故障根因网络实体为 BGP 对等体（BGP peer）时，故障根因特征还可以包括故障根因网络实体的 BGP 路由震荡指示和/或所述故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。又或者，不限于故障根因网络实体的类型，故障根因特征还可以包括故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。其中，接口闪断指示用于指示对应的物理接口是否在短时间内发生多次中断，例如，物理接口在短时间内发生多次中断，则该物理接口的接口闪断指示置为 1，否则置为 0。接口假死指示用于指示对应的物理接口在正常状态下，接收报文数或发送报文数是否为 0，例如，物理接口在正常状态下，接收报文数或发送报文数均为 0，则该物理接口的接口假死指示置为 1，否则置为 0。BGP 路由震荡指示用于指示对应的 BGP 对等体是否发生 BGP 路由震荡，例如，BGP 对等体发生 BGP 路由震荡，则该 BGP 对等体的 BGP 路由震荡指示置为 1，否则置为 0。故障根因网络实体所在设备的物理接口状态用于反映该设备的物理接口的状态是正常（up）还是中断（down），例如，设备的全部物理接口 down，则该设备的物理接口状态置为 1，否则置为 0。

本申请实施例中，故障恢复预案是根据专家经验结合现网的故障案例，针对网络中可能发生的故障制定的应急处置方案。示例地，故障恢复预案主要包括以下几种：

（1）隔离设备。例如，网络中的故障为：网络设备反复重启或者心跳异常导致交换机跨设备链路聚合组（multichassis link aggregation Group，MLAG）呈双主状态，针对该故障可以制定隔离设备的恢复预案。

（2）隔离单板。例如，网络中的故障为：主控板异常，主控板反复异常，交换网板异常，或者交换网板反复异常等，针对这类故障可以制定隔离单板的恢复预案。

（3）隔离接口。例如，网络中的故障为：接口假死，接口协议状态 down，接口闪断，接口链路单通故障，循环冗余校验（cyclic redundancy check，CRC）错误增多，传输控制协议（transmission control protocol，TCP）同步（synchronization，SYN）洪水（flood）攻击，或者地址解析协议（address resolution protocol，ARP）攻击等，针对这类故障可以制定隔离接口的恢复预案。

（4）采用三层访问控制列表（access control list，ACL）隔离虚拟机（virtual machine，VM）。例如，网络中的故障为：TCP SYN flood 攻击，针对该故障可以制定采用三层 ACL 隔离 VM 的恢复预案。该恢复预案通过在相关设备中配置基于接口或子接口的 ACL 规则来解决 TCP SYN flood 攻击。该 ACL 规则中的源互联网协议（internet protocol，IP）地址为攻击者的 IP 地址，目的 IP 地址为全局 IP 地址，配置流策略应用到入接口方向。

（5）采用 ARP ACL 隔离 VM。例如，网络中的故障为：ARP 攻击，针对该故障可以制定采用 ARP ACL 隔离 VM 的恢复预案。该恢复预案通过在相关设备中配置 ARP 报文的 ACL

规则来解决 ARP 攻击。

（6）采用高级 ACL6 隔离 VM。例如，网络中的故障为：邻居发现协议（neighbor discovery，ND）攻击，针对该故障可以制定采用高级 ACL6 隔离 VM 的恢复预案。该恢复预案通过根据接口和 VLAN 判断发送攻击 ND 报文所属的虚拟路由转发（virtual routing forwarding）表，并在相关设备中配置高级 ACL6 规则来解决 ND 攻击。

（7）重启设备。例如，网络中的故障为：设备芯片软失效、ARP 硬表表项丢失、路由表硬表表项丢失、设备表项疑似跳变等，针对这类故障可以制定重启设备的恢复预案。其中，硬表用于存储芯片的运行数据，硬表区别于软表的定义，软表用于存储配置数据。

（8）重启单板。例如，网络中的故障为：主控板异常，主控板反复异常，交换网板异常，以及交换网板反复异常等，针对这类故障可以制定重启单板的恢复预案。

（9）重刷软硬表路由。例如，网络中的故障为：软表和硬表不一致导致业务中断，针对该故障可以制定重刷软硬表路由的恢复预案。

（10）重设 OSPF 接口的 IP 地址。

（11）路由平滑对账。该恢复预案通过调用设备的应用程序接口（application program interface，API），对异常的转发表（forwarding info base，FIB）表项进行平滑恢复。

图 1 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定系统的结构示意图。如图 1 所示，该系统包括：管理设备 101 以及网络中的网络设备 102a-102c（统称为网络设备 102）。图 1 中网络设备的数量仅用作示意，不作为对本申请实施例提供的故障恢复预案确定系统的限制。本申请实施例涉及的网络可以是数据中心网络（data center network，DCN）、无线接入网（radio access network，RAN）、分组传送网（packet transport network，PTN）、城域网络、广域网络、园区网络、VLAN 或 VXLAN 等，本申请实施例对网络的类型不做限定。

管理设备 101 可以是一台服务器，或者由若干台服务器组成的服务器集群，或者是一个云计算服务中心。可选地，管理设备 101 包括采集设备、分析设备和控制设备。其中，采集设备、分析设备和控制设备可以是物理服务器，或者也可以是虚拟服务器。采集设备、分析设备和控制设备是单独的服务器；或者，采集设备和分析设备集成在一台服务器中；又或者，分析设备和控制设备集成在一台服务器中；又或者，采集设备、分析设备和控制设备集成在一台服务器中。也即是，管理设备 101 可用作采集设备、分析设备和/或控制设备。管理设备 101 用于管理和控制网络中的网络设备 102，该网络可以是局点网络。不同局点网络可以是按照相应维度划分的不同网络，如，可以是不同地域的网络、不同运营商的网络、不同业务网络、不同网络域等。管理设备 101 可以是一个或多个设备。网络设备 102 可以是路由器或交换机等。管理设备 101 与网络设备 102 之间通过有线网络或无线网络连接。

可选地，管理设备 101 中的采集设备用于采集网络中的网络设备 102 的设备数据，并将采集到的数据存储至数据库供分析设备使用。管理设备 101 中的分析设备用于基于网络设备 102 的设备数据对网络进行异常检测，然后根据异常检测过程中产生的多个异常事件对网络进行故障定位，并在已知故障中确定所定位到的故障的相似已知故障。管理设备 101 中的控制设备用于基于分析设备所定位到的故障的相似已知故障确定该故障对应的故障恢复预案，并向网络中的相关网络设备发送预案执行指令。管理设备 101 中还可以存储有网络的组网拓扑。

网络中常见的故障类型包括：配置类、表项类、硬件类、拥塞类、攻击类、状态类、资源类和非网络侧故障等，根据以上分析设备故障定位时所需的信息，采集设备获取的设备数据可以包括管理面数据、数据面数据或控制面数据中的至少一种。其中，管理面数据包括配置数据和告警数据等，例如，配置数据包括安全控制策略。数据面数据包括 ARP 表、媒体访问控制（Media Access Control，MAC）表、路由表、隧道状态表（VXLAN 网络）和接口状态等。控制面数据包括中央处理器（central processing unit，CPU）数据、内存数据、链路层发现协议（link layer discovery protocol，LLDP）状态、BGP 状态和 OSPF 状态等，BGP 和 OSPF 均为路由协议。

可选地，采集设备周期性地采集网络设备 102 的设备数据。例如采集设备采用简单网络管理协议（simple network management protocol，SNMP）或网络遥测（network telemetry）技术采集网络设备的设备数据。或者，当网络设备 102 的设备数据发生变更时，网络设备 102 主动向采集设备上报变更后的设备数据。

可选地，请继续参见图 1，该系统还包括训练设备 103。训练设备 103 可以是一台服务器，或者由若干台服务器组成的服务器集群，或者是一个云计算服务中心。该训练设备 103 为管理设备 101 的上级设备，能够管理一个或多个管理设备 101。训练设备 103 可以训练用于处理数据的模型（例如相似度模型），并为管理设备 101 提供处理数据的集合（例如故障根因特征集合、故障恢复预案集合）和/或用于处理数据的模型等。当训练设备 103 用于管理多个管理设备 101 时，该多个管理设备 101 可以共享训练设备 103 提供的处理数据的集合和/或用于处理数据的模型。训练设备 103 与管理设备 101 可以是单独的设备，或者也可以集成在一台设备中，本申请实施例对此不做限定。训练设备 103 也可称为云端设备。

图 2 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定方法的流程示意图。该方法可以应用于如图 1 所示的故障恢复预案系统中。如图 2 所示，该方法包括：

步骤 201、云端设备向管理设备发送故障根因特征集合和故障恢复预案集合。

故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。故障根因特征集合中的故障根因特征是以组的形式存储的，每组故障根因特征属于一个已知故障。本申请实施例中，一个已知故障的故障根因特征至少包括故障根因对象和故障根因事件。

可选地，故障根因特征集合包括已知故障的故障标识与故障根因特征的对应关系。故障标识包括故障 ID 和/或故障名称。例如，故障根因特征集合可以如表 1 所示。

表 1

故障 ID	故障名称	故障根因特征
10000001	接口闪断	{故障根因对象：interface； 故障根因事件：linkdown_active； 接口闪断指示：1}
10000002	主控板异常	{故障根因对象：单板； 故障根因事件：主控板温度过高； 接口闪断指示：0}
…	…	…

参见表 1，故障根因特征的类型包括故障根因对象、故障根因事件和接口闪断指示。

故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。其中，一个已知故障可以对应一个或多个故障恢复预案，一个故障恢复预案也可以对应一个或多个已知故障。

可选地，故障恢复预案集合包括已知故障的故障标识与故障恢复预案的对应关系。例如，故障恢复预案集合可以如表 2 所示。

表 2

故障 ID	故障名称	故障恢复预案
10000001	接口闪断	隔离接口
10000002	主控板异常	1、隔离单板；2、重启单板
…	…	…

云端设备中存储有故障根因特征集合以及故障恢复预案集合。云端设备可以通过收集网络中大量的故障案例，并根据设定的故障根因特征的类型，提取每个故障的故障根因特征，以生成初始故障根因特征集合。初始故障恢复预案集合中的故障恢复预案可以基于专家经验制定得到。

步骤 202、当网络发生故障时，管理设备获取网络中产生的异常事件。

可选地，管理设备在获取网络中的网络设备的设备数据后，对各个网络设备的设备数据进行异常检测，以获取网络中产生的异常事件。

可选地，管理设备对网络设备的设备数据进行异常检测的实现过程包括：管理设备对告警数据进行告警分析与聚合，以减少告警数据量，再从聚合后的告警数据中提取异常事件。和/或，管理设备对海量的日志进行日志异常检测，例如采用日志模板挖掘和/或日志罕见度分析的方式进行日志异常检测，以得到异常事件。和/或，管理设备对上报的关键绩效指标（key performance indicator，KPI）进行异常检测，例如将发生突变的 KPI 作为异常 KPI。

可选地，异常事件包括告警日志、状态变化日志或异常 KPI 中的一个或多个。告警日志中包括异常网络实体的标识以及告警类型。状态变化日志中包括配置文件变化信息和/或路由表项变化信息等，例如状态变化日志中可以包括“接入子接口删除”以及“目的 IP 主机路由删除”等信息。异常 KPI 用于描述某个网络实体的某种指标出现异常。

为了便于说明，本申请以下实施例中将网络中发生的该次故障称为目标故障。

步骤 203、管理设备基于网络中产生的异常事件，确定目标故障的故障根因特征。

可选地，管理设备对网络中产生的异常事件进行基于专家规则的故障定位或者基于网络知识图谱的溯源推理，以在网络中定位目标故障的故障根因对象和故障根因事件。

可选地，管理设备对网络中产生的异常事件进行基于网络知识图谱的溯源推理的实现过程，包括：首先，管理设备生成该管理设备所管理的网络的知识图谱；管理设备在获取由于网络发生故障而产生的异常事件之后，确定出该网络中产生异常事件的异常网络实体，例如可以在知识图谱上标识出该网络中产生异常事件的异常网络实体；然后管理设备基于网络实体间的故障传播关系，在所有异常网络实体中确定一个或多个故障根因网络实体。知识图谱上的网络实体的类型为设备、接口、协议或业务。管理设备根据故障根因网络实体确定该次故障的故障根因对象，例如，故障根因网络实体为设备 A 上的物理接口 A，则该次故障的故障根因对象为物理接口。管理设备将故障根因网络实体所关联的异常事件（即导致该次故障

的异常事件）确定为该次故障的故障根因事件。

可选地，管理设备获取故障传播关系的过程包括：管理设备获取多个知识图谱样本，每个知识图谱样本上分别标识有该知识图谱样本所属的网络发生一次故障时，该知识图谱样本所属的网络中产生异常事件的所有异常网络实体以及故障根因网络实体。管理设备基于该多个知识图谱样本，确定故障传播关系。其中，每个知识图谱样本为一个故障案例，知识图谱样本中的异常网络实体以及故障根因网络实体可以是人工确定的。可选地，管理设备可以采用图嵌入算法等学习该多个知识图谱样本中的故障传播关系。或者，当同一知识图谱三元组中的两个网络实体同时发生异常的概率大于某个阈值时，管理设备可以确定该两个网络实体之间会进行故障传播。

示例地，当网络设备的接口发生故障时，会导致该接口无法正常通信，进而会导致该接口采用的路由 IP 不通。因此管理设备可以得到一组故障传播关系：接口故障会导致该接口采用的路由 IP 不通。当管理设备获取到用于指示接口故障的第一异常事件以及用于指示该接口采用的路由 IP 不通的第二异常事件时，管理设备确定第一异常事件为故障根因事件，并确定该接口为故障根因对象。

本申请实施例中，管理设备可以采用多个知识图谱样本学习网络实体间的故障传播关系，并基于该故障传播关系，确定目标网络的知识图谱上的异常网络实体中的故障根因网络实体，进而确定故障根因特征，实现了网络故障根因的自动推理和定位。

可选地，网络实体间的故障传播关系也可以由其它设备确定后发送至管理设备，其它设备确定网络实体间的故障传播关系的方式可参考上述管理设备确定网络实体间的故障传播关系的方式，本申请实施例在此不做赘述。当然，故障传播关系也可以基于专家规则制定得到。

步骤 204、对于多个已知故障中的每个已知故障，管理设备根据目标故障的故障根因特征以及该已知故障的故障根因特征，计算目标故障与该已知故障之间的相似度。

可选地，目标故障与已知故障之间的相似度等于目标故障的各个故障根因特征与已知故障的各个故障根因特征之间的相似度的加权平均值。例如，故障根因特征的类型包括故障根因对象、故障根因事件和接口闪断指示。目标故障的故障根因对象与已知故障的故障根因对象之间的相似度为第一相似度，目标故障的故障根因事件与已知故障的故障根因事件之间的相似度为第二相似度，目标故障的接口闪断指示与已知故障的接口闪断指示之间的相似度为第三相似度，则目标故障与已知故障之间的相似度等于第一相似度、第二相似度与第三相似度的加权平均值。

可选地，步骤 204 的实现过程包括：管理设备向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取该相似度模型输出的目标故障的故障根因与该已知故障的故障根因之间的相似度。相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到。样本故障标注有类别标签。其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。标注有不同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案可能相同，也可能不同。该相似度模型为采用有监督学习方式训练得到的机器学习模型。

在一种实现方式中，管理设备在获取多个样本故障后，采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型。

可选地，每个故障具有 d 个故障根因特征，则相似度模型表示如下：

$$similarity(a,b)=\sum_{k=1}^{d} w_k \times s(a_k,b_k)$$ 。

其中，$similarity(a,b)$ 表示故障 a 和故障 b 之间的相似度，$s(a_k,b_k)$ 表示故障 a 的第 k 个故障根因特征与故障 b 的第 k 个故障根因特征之间的相似度。w_k 表示第 k 个故障根因特征的权重，$\sum_{k=1}^{d} w_k = 1$ 。

对于离散型故障根因特征，其相似度满足：

$$s(a_k,b_k)=\begin{cases}1, & if\ a_k = b_k \\ 0, & otherwise\end{cases}$$ 。

对于连续型故障根因特征，其相似度满足：

$$s(a_k,b_k)=1-\frac{a_k-b_k}{\max-\min}$$ 。

其中，a_k 和 b_k 的取值范围相同，max 表示 a_k 或 b_k 的取值范围中的最大值，min 表示 a_k 或 b_k 的取值范围中的最小值。

本申请实施例中，管理设备训练得到上述相似度模型，也即是确定 k 个故障根因特征的权重，使得标注有相同类别标签的样本故障之间的相似度大于标注有不同类别标签的样本故障之间的相似度。

可选地，管理设备在训练得到相似度模型后，还可以采用多个样本故障的故障根因特征，调用该相似度模型确定相似度阈值，具体包括：管理设备向相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取该相似度模型输出的每个样本故障对的故障根因之间的相似度。然后管理设备根据多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。其中，每个样本故障对包括两个样本故障，一个样本故障对的故障根因之间的相似度即该样本故障对中的两个样本故障的故障根因之间的相似度。该多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障。

相似度阈值可以是标注有相同类别标签的样本故障的故障根因之间的相似度与标注有不同类别标签的样本故障的故障根因之间的相似度的分界值。例如，向训练好的相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，针对第一类样本故障对，该相似度模型输出的相似度绝大多数大于目标阈值，针对第二类样本故障对，该相似度模型输出的相似度绝大多数小于目标阈值，则可以将该目标阈值确定为相似度阈值。例如该相似度阈值可以取值为 0.9。

本申请实施例中，用来训练相似度模型的多个样本故障和用来确定相似度模型的多个样本故障可以相同，也可以不同，前者用来调整相似度模型的参数，后者用来统计相同类别的样本故障的故障根因之间的相似度以及不同类别的样本故障的故障根因之间的相似度，进而找到合适的相似度阈值。

在另一种实现方式中，管理设备接收来自云端设备的相似度模型和/或相似度阈值。也即是，云端设备在获取多个样本故障后，采用多个样本故障的故障根因特征训练得到相似度模型。云端设备在训练得到相似度模型后，还可以采用多个样本故障的故障根因特征，调用该相似度模型确定相似度阈值。云端设备训练相似度模型和确定相似度阈值的实现过程可参考

上述管理设备训练相似度模型和确定相似度阈值的过程，本申请实施例在此不再赘述。

步骤205、管理设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定该多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

在一种可能实现方式中，管理设备将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为目标故障的相似已知故障。

可选地，管理设备将多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的所有已知故障均确定为目标故障的相似已知故障，也即是，目标故障可以具有一个或多个相似已知故障。当然，采用该方式管理设备也可能在已知故障中找不到目标故障的相似已知故障。

该实现方式中，基于相似度阈值在已知故障中查找目标故障的相似故障，确定的相似故障的准确度较高，进而可以使得确定的目标故障对应的故障恢复预案的可靠性较高。

在另一种可能实现方式中，管理设备对目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度进行排序，并将故障根因与目标故障的故障根因之间相似度最高的 n 个已知故障作为目标故障的相似已知故障，n 为正整数。

例如，管理设备将故障根因与目标故障的故障根因之间相似度最高的 3 个已知故障作为目标故障的相似已知故障。

该实现方式中，总能在已知故障中找到目标故障的相似已知故障，进而总能确定目标故障对应的故障恢复预案，能够处理的故障范围较大。

在又一种可能实现方式中，管理设备将多个已知故障中满足故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值，且按照故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度由高至低的排序方式属于前 m 个的已知故障作为目标故障的相似已知故障，m 为正整数。

该实现方式中，能够对故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障进行筛选，既能保证确定的相似故障的准确度，又能限制确定的相似故障的数量，减小后续计算量。

步骤 206、管理设备基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，步骤 206 的实现过程包括：管理设备基于网络的网络配置，评估目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案的可行性。管理设备将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。网络配置包括组网拓扑和/或设备数据。

例如，若一个设备所在链路具有冗余链路（备份链路），则针对该设备“隔离设备”这个故障恢复预案可行；若一个设备所在链路不具有冗余链路，则针对该设备“隔离设备”这个故障恢复预案不可行。

可选地，响应于目标故障的相似已知故障对应的多个故障恢复预案可行，首先管理设备基于该网络的网络配置，分别评估多个故障恢复预案对网络所运行业务的影响程度。然后管理设备将多个故障恢复预案中，对网络所运行业务的影响程度最小的故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。

示例地，目标故障的相似已知故障为 ARP 攻击故障，ARP 攻击故障对应有 2 个故障恢复预案，分别为隔离 VM 和隔离接口。管理设备在确定隔离 VM 和隔离接口这 2 个故障恢复预案均可行后，评估隔离 VM 和隔离接口对网络所运行业务的影响程度。其中，隔离 VM 需要

对针对 ARP 攻击源的每个 MAC 地址进行 ACL 阻断，即所需的 ACL 资源等于 ARP 攻击源的数量，在网络中 ACL 资源充足的条件下，隔离 VM 这个故障恢复预案可行。对于隔离 VM 这个故障恢复预案，仅影响被隔离的攻击源 VM，对网络所运行业务的影响程度较小；对于隔离接口这个故障恢复预案,影响被隔离接口下挂载的所有 VM(包括攻击源 VM 和正常 VM)，对网络所运行业务的影响程度较大。由于隔离 VM 对网络所运行业务的影响程度小于隔离接口对网络所运行业务的影响程度，因此管理设备会将隔离 VM 作为目标故障对应的故障恢复预案。若网络中 ACL 资源不足导致隔离 VM 不可行，管理设备可以将隔离接口作为目标故障对应的故障恢复预案。

或者，管理设备在获取目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案之后，也可以输出该相似已知故障对应的所有故障恢复预案，并将选择指令所指定的故障恢复预案作为目标故障对应的故障恢复预案，该选择指令可以由运维人员触发。例如管理设备可以将目标故障的相似已知故障对应的所有故障恢复预案发送给运维支撑系统(operations support system，OSS)或其它与管理设备连接的终端设备，供 OSS 或终端设备显示。当然，若管理设备自身具有显示功能，则管理设备也可以在自身的显示界面上显示目标故障的相似已知故障对应的所有故障恢复预案。管理设备在输出目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案后，可以由运维人员指定其中的一个故障恢复预案作为目标故障对应的故障恢复预案，或者也可以由运维人员输入其它故障恢复预案作为目标故障对应的故障恢复预案，本申请实施例对此不做限定。

可选地，响应于多个已知故障中不存在故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，管理设备输出该目标故障的故障标识以及故障根因特征，以便由运维人员确定该目标故障对应的故障恢复预案。例如管理设备将目标故障的故障标识以及故障根因特征发送给 OSS 或其它与管理设备连接的终端设备，供 OSS 或终端设备显示。当然，若管理设备自身具有显示功能，则管理设备也可以在自身的显示界面上显示目标故障的故障标识以及故障根因特征。

本申请实施例中，管理设备能够基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到该目标故障的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，因此扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。

可选地，管理设备在确定目标故障对应的故障恢复预案之后，还可以向网络中需要执行该故障恢复预案的相关网络设备分发该故障恢复预案，以实现端到端地故障恢复，该过程参见以下步骤 207 至步骤 208。

步骤 207、管理设备基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备。

可选地，网络中待执行预案的目标网络设备包括目标故障的故障根因网络实体所在设备和/或网络中的接入设备等。例如，当目标故障的故障根因对象为设备或接口时，网络中待执行预案的目标网络设备通常为该故障根因网络实体所在设备。又例如，当目标故障的故障根因事件为 OSPF 路由 ID 冲突导致 DHCP 业务超时，网络中待执行预案的目标网络设备通常

为网络中发生 OSPF 路由 ID 冲突的网络设备。又例如，当目标故障为 ARP 攻击故障，网络中待执行预案的目标网络设备为挂载攻击源 VM 的边缘设备（即接入设备）。

步骤 208、管理设备向目标网络设备发送预案执行指令。

该预案执行指令用于指示目标网络设备执行目标故障对应的故障恢复预案。该预案执行指令包括目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，预案执行指令中包括的目标故障对应的故障恢复预案可以是该故障恢复预案的执行脚本。例如，“隔离设备”这个故障恢复预案的执行脚本内容包括：

a）判断设备角色，例如判断当前设备为 spine（脊）设备还是 leaf（叶）设备。

b）如果当前设备为 leaf 设备或非 spine 的 leaf 合设备，记录当前设备的 spine 侧接口的 cost（代价）值，然后将该 cost 值调整至最大值；遍历当前设备的接入侧接口，记录接入侧接口当前状态，然后对除带内管理的管理口以外的非 down 状态的接入侧接口执行 shutdown。

c）如果当前设备为 spine 设备，若该 spine 设备是独立设备组或设备组成员已经被隔离，则当前设备不能执行隔离操作；否则记录当前设备连 spine 接口的 cost 值，然后将该 cost 值调整至最大值；遍历接 leaf 连 spine 的接口，记录接口当前状态，然后将非 down 状态的接口执行 shutdown。

步骤 209、管理设备向目标网络设备发送预案执行回退指令。

该预案执行回退指令用于指示目标网络设备恢复至执行目标故障对应的故障恢复预案之前的状态。可选地，响应于接收到回退触发指令，管理设备向目标网络设备发送预案执行回退指令。该回退触发指令可以是由运维人员在管理设备上执行指定操作触发，例如，当管理设备检测到对某个按键的按压操作，则确定接收到回退触发指令。或者，该回退触发指令也可以来自其它设备，也即是，管理设备可以在其它设备的控制指令（回退触发指令）下向目标网络设备发送预案执行回退指令。

本申请实施例中，管理设备在向目标网络设备发送预案执行指令之后，还可以向目标网络设备发送预案执行回退指令，以指示目标网络设备恢复至执行故障恢复预案之前的状态，实现了网络设备的状态回滚功能。在网络设备执行了不合理的故障恢复预案的场景下，该功能可以快速使网络设备恢复至原始状态，提高网络运行可靠性。

可选地，管理设备在确定目标故障对应的故障恢复预案之后，还可以向云端设备发送该目标故障对应的故障恢复预案和/或目标故障的故障根因特征，以供云端设备更新故障恢复预案集合和/或故障根因特征集合，该实现过程参见以下步骤 210 至步骤 213。

步骤 210、管理设备向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案。

该目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案用于供云端设备在故障恢复预案集合中添加目标故障与该目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

步骤 211、云端设备在故障恢复预案集合中添加目标故障与该目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

可选地，云端设备每更新故障恢复预案集合，可以将更新后的故障恢复预案集合发送给管理设备，或者，云端设备周期性地向管理设备发送最新的故障恢复预案集合。

步骤 212、管理设备向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征。

该目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征用于供云端设备在故障根因特征集合中

添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

可选地，步骤 210 与步骤 212 可以同时执行，即管理设备向云端设备同步发送目标故障对应的故障恢复预案以及目标故障的故障根因特征。例如，目标故障为接口闪断故障，管理设备向云端设备发送的内容可以如表 3 所示。

表 3

故障 ID	故障名称	故障根因特征	故障恢复预案
10000001	接口闪断	{故障根因对象：interface; 故障根因事件：linkdown_active; 接口闪断指示：1}	隔离接口

步骤 213、云端设备在故障根因特征集合中添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

可选地，云端设备每更新故障根因特征集合后，可以将更新后的故障根因特征集合发送给管理设备，或者，云端设备周期性地向管理设备发送最新的故障根因特征集合。

可选地，当相似度模型由云端设备训练得到，云端设备在接收到管理设备上报的现网故障的故障根因特征及其对应的故障恢复预案后，可以持续训练和更新相似度模型，以提高模型的准确性和可靠性。

本申请实施例中，管理设备可以向云端设备实时上报现网故障的故障根因特征及其对应的故障恢复预案，实现了云端设备对故障恢复预案集合和故障根因特征集合的自动更新，从而扩大能够处理的故障范围，另外无需人工方式总结故障对应的故障恢复预案并采用硬编码方式，提高了故障恢复预案的扩展灵活性，降低了维护难度。

可选地，上述管理设备可以是一个设备（控制设备），或者，上述管理设备可以包括多个设备（采集设备、分析设备和/或控制设备）。本申请实施例以管理设备包括分析设备和控制设备，分析设备集成有采集设备的功能为例，则上述步骤 201 的实现过程可以包括：云端设备向分析设备发送故障根因特征集合，并向控制设备发送故障恢复预案集合。上述步骤 202 至步骤 205 由分析设备执行。上述步骤 206 至步骤 210 以及步骤 212 由控制设备执行。

示例地，图 3 是本申请实施例提供的故障恢复预案确定方法的实现过程示意图。如图 3 所示，该实现过程包括：

步骤 301、云端设备向分析设备发送故障根因特征集合。

故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。此步骤的解释可参考上述步骤 201 和步骤 204 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 302、云端设备向控制设备发送故障恢复预案集合。

故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。此步骤的解释可参考上述步骤 201 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 303、当网络发生故障时，分析设备获取网络中产生的异常事件。

此步骤的解释可参考上述步骤 202 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 304、分析设备基于网络中产生的异常事件，确定目标故障的故障根因特征。

此步骤的解释可参考上述步骤 203 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 305、对于多个已知故障中的每个已知故障，分析设备根据目标故障的故障根因特征以及该已知故障的故障根因特征，计算目标故障与该已知故障之间的相似度。

可选地，云端设备还可以向分析设备发送相似度模型和相似度阈值。或者，分析设备可以自行训练相似度模型并确定相似度阈值。则分析设备可以向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取该相似度模型输出的目标故障的故障根因与该已知故障的故障根因之间的相似度。

此步骤的解释可参考上述步骤 204 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 306、分析设备根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，分析设备将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为目标故障的相似已知故障。

此步骤的解释可参考上述步骤 205 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 307、分析设备向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息。

该相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表。该相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障。该相似故障信息用于控制设备确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，该相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。例如，该相似故障信息可以如表 4 所示。

表 4

目标故障的标识		目标故障的故障根因特征	相似故障列表	
故障 ID	故障名称		相似已知故障 ID	相似已知故障名称
10000001	接口闪断	{故障根因对象：interface；故障根因事件：linkdown_active；接口闪断指示：1}	10000001	接 VM 的接口闪断
			10000004	leaf 设备与 spine 设备之间的接口闪断

可选地，相似故障信息还可以包括目标故障的发生时间戳等。

步骤 308、控制设备基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

此步骤的解释可参考上述步骤 206 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 309、控制设备基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备。

此步骤的解释可参考上述步骤 207 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 310、控制设备向目标网络设备发送预案执行指令。

该预案执行指令用于指示目标网络设备执行目标故障对应的故障恢复预案。该预案执行指令包括目标故障对应的故障恢复预案。此步骤的解释可参考上述步骤 208 中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤 311、控制设备向目标网络设备发送预案执行回退指令。

该预案执行回退指令用于指示目标网络设备恢复至执行目标故障对应的故障恢复预案之

前的状态。可选地，响应于接收到回退触发指令，控制设备向目标网络设备发送预案执行回退指令。此步骤的解释可参考上述步骤209中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤312、控制设备向云端设备发送目标故障对应的故障恢复预案以及目标故障的故障根因特征。

此步骤的解释可参考上述步骤210和步骤212中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

步骤313、云端设备在故障恢复预案集合中添加目标故障与该目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合，并在故障根因特征集合中添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

此步骤的解释可参考上述步骤211和步骤213中的相关内容，本申请实施例在此不再赘述。

可选地，当相似度模型和相似度阈值由云端设备训练得到，云端设备在接收到管理设备上报的现网故障的故障根因特征及其对应的故障恢复预案后，可以持续训练和更新相似度模型，以提高模型的准确性和可靠性，云端设备还可以更新相似度阈值，以提高对故障相似度的判断准确性。

示例地，图4是本申请实施例提供的用于实现如图3所示的方法的故障恢复预案系统的功能示意图。如图4所示，该故障恢复预案系统包括云端设备、分析设备和控制设备。云端设备包括模型训练模块和故障知识库。模型训练模块用于训练相似度模型和确定相似度阈值。故障知识库包括故障特征库和故障恢复预案库，故障特征库用于存储故障根因特征集合，故障恢复预案库用于存储故障恢复预案集合。云端设备用于向分析设备发送故障根因特征集合、相似度模型和相似度阈值，并向控制设备发送故障恢复预案集合。分析设备包括故障定位模块、相似故障确定模块和故障特征库。故障定位模块用于定位网络中发生的故障（简称：现网故障）并提取故障根因特征。相似故障确定模块用于调用相似度模型，在故障特征库的已知故障中确定现网故障的相似已知故障。分析设备用于向控制设备发送现网故障对应的相似故障信息。控制设备包括预案评估模块、预案管理模块和故障恢复预案库。预案评估模块用于从故障恢复预案中获取并评估现网故障的相似已知故障对应的故障恢复预案的可行性。预案管理模块用于确定现网故障对应的故障恢复预案以及需要执行预案的网络设备。控制设备用于向云端设备发送现网故障的故障根因特征以及对应的故障恢复预案。

本申请实施例提供的故障恢复预案确定方法的步骤先后顺序可以进行适当调整，步骤也可以根据情况进行相应增减。任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化的方法，都应涵盖在本申请的保护范围之内，因此不再赘述。

综上所述，本申请实施例提供的故障恢复预案确定方法，管理设备基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到该目标故障的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，因此扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。进一步地，管理设备还可以向云端设备实时上报现网故障的故障根因特征及其对应

的故障恢复预案，实现了云端设备对故障恢复预案集合和故障根因特征集合的自动更新，从而扩大能够处理的故障范围，另外无需人工方式总结故障对应的故障恢复预案并采用硬编码方式，提高了故障恢复预案的扩展灵活性，降低了维护难度。

图 5 是本申请实施例提供的一种控制设备的结构示意图。如图 5 所示，控制设备 50 包括：

第一获取模块 501，用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

第一确定模块 502，用于获取相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，故障根因采用故障根因特征表示，故障根因特征包括故障根因对象和故障根因事件，其中，故障根因事件为导致故障的异常事件，故障根因对象用于指示故障根因网络实体的类型，故障根因网络实体为故障根因事件所属的网络实体。

可选地，故障根因网络实体为物理接口，故障根因特征还包括故障根因网络实体的接口闪断指示、故障根因网络实体的接口假死指示、故障根因网络实体的收发报文状态、故障根因网络实体的接口协议状态或故障根因网络实体所在设备的物理接口状态中的一个或多个。或者，故障根因网络实体为 BGP 对等体，故障根因特征还包括故障根因网络实体的 BGP 路由震荡指示和/或故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。又或者，不限于故障根因网络实体的类型，故障根因特征还包括故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。

可选地，第一获取模块 501，用于：获取多个已知故障的故障根因特征；对于多个已知故障中的每个已知故障，根据目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度；根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，第一获取模块 501，用于：将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为相似已知故障。

可选地，第一获取模块 501，用于：向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

可选地，如图 6 所示，控制设备 50 还包括：训练模块 503，用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型。

可选地，请继续参见图 6，控制设备 50 还包括：第二获取模块 504，用于向相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取相似度模型输出的每个样本故障对的故障根因之间的相似度，多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障。第二确定模块 505，用于根据多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。

可选地，如图 7 所示，控制设备 50 还包括：接收模块 506。

该接收模块 506，用于接收来自训练设备的相似度模型和/或相似度阈值。和/或，该接收模块 506，用于接收来自训练设备的故障根因特征集合，故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。相应地，第一获取模块 501，用于基于故障根因特征集合，获取多个已知故障的故障根因特征。

可选地，如图 8 所示，控制设备 50 还包括：第一发送模块 507。

该第一发送模块 507，用于向训练设备发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征，以供训练设备在故障根因特征集合中添加目标故障与目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

可选地，如图 9 所示，控制设备 50 还包括：第三获取模块 508，用于当网络发生故障时，获取网络中产生的异常事件。第三确定模块 509，用于基于网络中产生的异常事件，确定故障的故障根因特征。

可选地，第一获取模块 501，用于：接收来自分析设备的目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。

可选地，第一确定模块 502，用于：基于网络的网络配置，评估相似已知故障对应的故障恢复预案的可行性，网络配置包括组网拓扑和/或设备数据，设备数据包括管理面数据、数据面数据或控制面数据中的一种或多种；将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，第一确定模块 502，用于：响应于多个故障恢复预案可行，基于网络的网络配置，分别评估多个故障恢复预案对网络所运行业务的影响程度；将多个故障恢复预案中，对网络所运行业务的影响程度最小的故障恢复预案确定为目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，如图 10 所示，控制设备 50 还包括：第四确定模块 510，用于基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备。第二发送模块 511，用于向目标网络设备发送预案执行指令，预案执行指令用于指示目标网络设备执行目标故障对应的故障恢复预案，预案执行指令包括目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，第二发送模块 511，还用于向目标网络设备发送预案执行回退指令，预案执行回退指令用于指示目标网络设备恢复至执行目标故障对应的故障恢复预案之前的状态。

可选地，接收模块 506，还用于接收来自训练设备的故障恢复预案集合，故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。相应地，第一确定模块 502，用于基于故障恢复预案集合，获取相似已知故障对应的故障恢复预案。

可选地，第一发送模块 507，还用于向训练设备发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案，以供训练设备在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

综上所述，本申请实施例提供的控制设备，能够通过第一确定模块基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到该目标故障的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，因此扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找

网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。

图 11 是本申请实施例提供的一种分析设备的结构示意图。如图 11 所示，分析设备 110 包括：

获取模块 1101，用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

发送模块 1102，用于向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障，相似故障信息用于控制设备确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。

可选地，获取模块 1101，用于：获取多个已知故障的故障根因特征。对于多个已知故障中的每个已知故障，根据目标故障的故障根因特征以及该已知故障的故障根因特征，计算目标故障的故障根因与该已知故障的故障根因之间的相似度。根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，获取模块 1101，用于：将多个已知故障中，故障根因与目标故障的故障根因之间的相似度高于相似度阈值的已知故障确定为相似已知故障。

可选地，获取模块 1101，用于：向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

综上所述，本申请实施例提供的分析设备，通过确定模块确定目标故障的相似已知故障，并通过发送模块向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息，使得控制设备能够基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案确定该目标故障对应的故障恢复预案，也即是，无论目标故障是否是已知故障，只要能够在已知故障中找到该目标故障的相似已知故障，就能确定该目标故障对应的故障恢复预案，因此扩大了能够处理的故障范围。另外，由于网络中的一个故障可能会引发多个连锁故障，而故障根因能够反映故障的根本所在，因此基于故障根因来查找网络中的故障的相似已知故障，找到的相似已知故障与该故障的匹配度较高，该相似已知故障对应的故障恢复预案适用于该故障的可能性也较高，进而使得确定的故障恢复预案的可靠性较高。

图 12 是本申请实施例提供的一种云端设备的结构示意图。该云端设备即上述实施例中的训练设备。如图 12 所示，云端设备 120 包括：

第一获取模块 1201，用于获取相似度模型，相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

第一发送模块 1202，用于向分析设备发送相似度模型，供分析设备确定网络中发生的目

标故障的相似已知故障，相似已知故障用于确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，第一获取模块 1201，用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型。

可选地，如图 13 所示，云端设备 102 还包括：第二获取模块 1203，用于向相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取相似度模型输出的每个样本故障对的故障根因之间的相似度，多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障。确定模块 1204，用于根据多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。第一发送模块 1202，还用于向分析设备发送相似度阈值。

可选地，如图 14 所示，云端设备 120 还包括第二发送模块 1205。第一发送模块 1202，用于向分析设备发送故障根因特征集合，故障根因特征集合包括多个已知故障对应的多个故障根因特征子集，每个故障根因特征子集包括一个已知故障的故障根因特征。第二发送模块 1205，用于向控制设备发送故障恢复预案集合，故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。

可选地，请继续参见图 14，云端设备 120 还包括：接收模块 1206，用于接收来自控制设备的目标故障的标识、目标故障的故障根因特征以及目标故障对应的故障恢复预案。更新模块 1207，用于在故障根因特征集合中添加目标故障与目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合，并在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

关于上述实施例中的装置，其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述，此处将不做详细阐述说明。

本申请实施例还提供了一种控制设备，包括：处理器和存储器；

所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；

所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现图 2 对应的方法实施例中管理设备执行的动作，或者实现图 3 对应的方法实施例中控制设备执行的动作。

本申请实施例还提供了一种分析设备，包括：处理器和存储器；

所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；

所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现图 3 对应的方法实施例中分析设备执行的动作。

本申请实施例还提供了一种云端设备，包括：处理器和存储器；

所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；

所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现图 3 对应的方法实施例中云端设备执行的动作。

示例地，图 15 是本申请实施例提供的一种故障恢复预案确定装置的框图。该装置可以是控制设备、分析设备或云端设备。如图 15 所示，装置 150 包括：处理器 1501 和存储器 1502。

存储器 1502，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；

处理器 1501，用于调用所述计算机程序，当该装置 150 为控制设备时，实现图 2 对应的方法实施例中管理设备执行的动作，或者实现图 3 对应的方法实施例中控制设备执行的动作；当该装置 150 为分析设备时，实现图 3 对应的方法实施例中分析设备执行的动作；当该装置 150 为云端设备时，实现图 3 对应的方法实施例中云端设备执行的动作。

可选地，该装置 150 还包括通信总线 1503 和通信接口 1504。

其中，处理器 1501 包括一个或者一个以上处理核心，处理器 1501 通过运行计算机程序，执行各种功能应用以及数据处理。

存储器 1502 可用于存储计算机程序。可选地，存储器可存储操作系统和至少一个功能所需的应用程序单元。操作系统可以是实时操作系统（Real Time eXecutive，RTX）、LINUX、UNIX、WINDOWS 或 OS X 之类的操作系统。

通信接口 1504 可以为多个，通信接口 1504 用于与其它设备进行通信。

存储器 1502 与通信接口 1504 分别通过通信总线 1503 与处理器 1501 连接。

本申请实施例还提供了一种计算机存储介质，所述计算机存储介质上存储有指令，当所述指令被处理器执行时，实现上述方法实施例中管理设备、控制设备、分析设备或云端设备执行的动作。

本申请实施例还提供了一种故障恢复预案确定系统，包括：控制设备和分析设备。

分析设备用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，并向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障。控制设备用于获取相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，该系统还包括：云端设备（即训练设备）。

云端设备用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型，并向分析设备发送相似度模型，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。分析设备用于对于多个已知故障中的每个已知故障，向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，并根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，云端设备还用于向控制设备发送故障恢复预案集合，故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。控制设备用于基于故障恢复预案集合，获取相似已知故障对应的故障恢复预案。

可选地，控制设备还用于向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案。云端设备还用于在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

可选地，云端设备还用于向分析设备发送故障根因特征集合，故障根因特征集合包括多

个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。分析设备用于基于故障根因特征集合，获取多个已知故障的故障根因特征。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。控制设备还用于向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征。云端设备还用于在故障根因特征集合中添加目标故障与目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

本申请实施例还提供了另一种故障恢复预案确定系统，包括：控制设备和云端设备。

云端设备用于向控制设备发送故障恢复预案集合，该故障恢复预案集合包括多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。控制设备用于基于故障恢复预案集合，获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案。

可选地，控制设备还用于向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案。云端设备还用于在故障恢复预案集合中添加目标故障与目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

可选地，该系统还包括：分析设备。

分析设备用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，并向控制设备发送目标故障对应的相似故障信息，相似故障信息包括目标故障的标识和相似故障列表，相似故障列表包括目标故障的一个或多个相似已知故障。

可选地，云端设备用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型，并向分析设备发送相似度模型，样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。分析设备用于对于多个已知故障中的每个已知故障，向相似度模型输入目标故障的故障根因特征以及已知故障的故障根因特征，以获取相似度模型输出的目标故障的故障根因与已知故障的故障根因之间的相似度，并根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障。

可选地，云端设备还用于向分析设备发送故障根因特征集合，故障根因特征集合包括多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系。分析设备用于基于故障根因特征集合，获取多个已知故障的故障根因特征。

可选地，相似故障信息还包括目标故障的故障根因特征。控制设备还用于向云端设备发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征。云端设备还用于在故障根因特征集合中添加目标故障与目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

在本申请实施例中，术语“第一”、“第二”和“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。

本申请中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

以上所述仅为本申请的可选实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的构思和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1.一种故障恢复预案确定方法，其特征在于，所述方法包括：

控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障；

所述控制设备获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案；

所述控制设备基于所述相似已知故障对应的故障恢复预案，确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述故障根因采用故障根因特征表示，所述故障根因特征包括故障根因对象和故障根因事件，其中，所述故障根因事件为导致故障的异常事件，所述故障根因对象用于指示故障根因网络实体的类型，所述故障根因网络实体为所述故障根因事件所属的网络实体。

3.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

所述故障根因网络实体为物理接口，所述故障根因特征还包括所述故障根因网络实体的接口闪断指示、所述故障根因网络实体的接口假死指示、所述故障根因网络实体的收发报文状态、所述故障根因网络实体的接口协议状态或所述故障根因网络实体所在设备的物理接口状态中的一个或多个；

或者，所述故障根因网络实体为边界网关协议 BGP 对等体，所述故障根因特征还包括所述故障根因网络实体的 BGP 路由震荡指示和/或所述故障根因网络实体所在设备的物理接口状态；

又或者，所述故障根因特征还包括所述故障根因网络实体所在设备的物理接口状态。

4.根据权利要求 1 至 3 任一所述的方法，其特征在于，所述控制设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，包括：

所述控制设备获取所述多个已知故障的故障根因特征；

对于所述多个已知故障中的每个已知故障，所述控制设备根据所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，计算所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度；

所述控制设备根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障。

5.根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述控制设备根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障，包括：

所述控制设备将所述多个已知故障中，故障根因与所述目标故障的故障根因之间的相似

度高于相似度阈值的已知故障确定为所述相似已知故障。

6.根据权利要求 4 或 5 所述的方法，其特征在于，所述控制设备根据所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，计算所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度，包括：

所述控制设备向相似度模型输入所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度，所述相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

7.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备采用多个所述样本故障的故障根因特征，训练得到所述相似度模型。

8.根据权利要求 6 或 7 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备向所述相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的每个所述样本故障对的故障根因之间的相似度，所述多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，所述第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，所述第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障；

所述控制设备根据所述多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。

9.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备接收来自训练设备的所述相似度模型和/或相似度阈值。

10.根据权利要求 4 至 9 任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备接收来自训练设备的故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系；

所述控制设备获取所述多个已知故障的故障根因特征，包括：

所述控制设备基于所述故障根因特征集合，获取所述多个已知故障的故障根因特征。

11.根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障的故障根因特征，以供所述训练设备在所述故障根因特征集合中添加所述目标故障与所述目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

12.根据权利要求 4 至 11 任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述网络发生故障时，所述控制设备获取所述网络中产生的异常事件；

所述控制设备基于所述网络中产生的异常事件，确定所述故障的故障根因特征。

13.根据权利要求 1 至 3 任一所述的方法，其特征在于，所述控制设备获取多个已知故障

中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，包括：

所述控制设备接收来自分析设备的所述目标故障对应的相似故障信息，所述相似故障信息包括所述目标故障的标识和相似故障列表，所述相似故障列表包括所述目标故障的一个或多个相似已知故障。

14.根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述相似故障信息还包括所述目标故障的故障根因特征。

15.根据权利要求 1 至 14 任一所述的方法，其特征在于，所述控制设备基于所述相似已知故障对应的故障恢复预案，确定所述目标故障对应的故障恢复预案，包括：

所述控制设备基于所述网络的网络配置，评估所述相似已知故障对应的故障恢复预案的可行性，所述网络配置包括组网拓扑和/或设备数据，所述设备数据包括管理面数据、数据面数据或控制面数据中的一种或多种；

所述控制设备将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为所述目标故障对应的故障恢复预案。

16.根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述控制设备将可行的故障恢复预案中的一个或多个故障恢复预案确定为所述目标故障对应的故障恢复预案，包括：

响应于多个故障恢复预案可行，所述控制设备基于所述网络的网络配置，分别评估所述多个故障恢复预案对所述网络所运行业务的影响程度；

所述控制设备将所述多个故障恢复预案中，对所述网络所运行业务的影响程度最小的故障恢复预案确定为所述目标故障对应的故障恢复预案。

17.根据权利要求 1 至 16 任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备基于所述目标故障以及所述目标故障对应的故障恢复预案，确定所述网络中待执行预案的目标网络设备；

所述控制设备向所述目标网络设备发送预案执行指令，所述预案执行指令用于指示所述目标网络设备执行所述目标故障对应的故障恢复预案，所述预案执行指令包括所述目标故障对应的故障恢复预案。

18.根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备向所述目标网络设备发送预案执行回退指令，所述预案执行回退指令用于指示所述目标网络设备恢复至执行所述目标故障对应的故障恢复预案之前的状态。

19.根据权利要求 1 至 18 任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备接收来自训练设备的故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系；

所述控制设备获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案，包括：

所述控制设备基于所述故障恢复预案集合，获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案。

20.根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制设备向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障对应的故障恢复预案，以供所述训练设备在所述故障恢复预案集合中添加所述目标故障与所述目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

21.一种故障恢复预案确定方法，其特征在于，所述方法包括：

分析设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障；

所述分析设备向控制设备发送所述目标故障对应的相似故障信息，所述相似故障信息包括所述目标故障的标识和相似故障列表，所述相似故障列表包括所述目标故障的一个或多个相似已知故障，所述相似故障信息用于所述控制设备确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

22.根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述分析设备获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，包括：

所述分析设备获取所述多个已知故障的故障根因特征；

对于所述多个已知故障中的每个已知故障，所述分析设备根据所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，计算所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度；

所述分析设备根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障。

23.一种故障恢复预案确定方法，其特征在于，所述方法包括：

训练设备获取相似度模型，所述相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同；

所述训练设备向分析设备发送所述相似度模型，供所述分析设备确定网络中发生的目标故障的相似已知故障，所述相似已知故障用于确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

24.根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述训练设备获取相似度模型，包括：

所述训练设备采用多个所述样本故障的故障根因特征，训练得到所述相似度模型。

25.根据权利要求 23 或 24 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述训练设备向所述相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的每个所述样本故障对的故障根因之间的相似度，所述多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，所述第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，所述第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障；

所述训练设备根据所述多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值；

所述训练设备向所述分析设备发送所述相似度阈值。

26.根据权利要求 23 至 25 任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述训练设备向所述分析设备发送故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系；

所述训练设备向控制设备发送故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。

27.根据权利要求 26 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述训练设备接收来自所述控制设备的所述目标故障的标识、所述目标故障的故障根因特征以及所述目标故障对应的故障恢复预案；

所述训练设备在所述故障根因特征集合中添加所述目标故障与所述目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合，并在所述故障恢复预案集合中添加所述目标故障与所述目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

28.一种控制设备，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障；

第一确定模块，用于获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于所述相似已知故障对应的故障恢复预案，确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

29.根据权利要求 28 所述的控制设备，其特征在于，所述第一获取模块，用于：

获取所述多个已知故障的故障根因特征；

对于所述多个已知故障中的每个已知故障，根据所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，计算所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度；

根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障。

30.根据权利要求 29 所述的控制设备，其特征在于，所述第一获取模块，用于：

向相似度模型输入所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度，所述相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同。

31.根据权利要求 30 所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

训练模块，用于采用多个所述样本故障的故障根因特征，训练得到所述相似度模型。

32.根据权利要求 30 或 31 所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

第二获取模块，用于向所述相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的每个所述样本故障对的故障根因之间的相似度，所述多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，所述第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，所述第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障；

第二确定模块，用于根据所述多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值。

33.根据权利要求 30 所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

接收模块，用于接收来自训练设备的所述相似度模型和/或相似度阈值。

34.根据权利要求 28 至 33 任一所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

接收模块，用于接收来自训练设备的故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系；

所述第一获取模块，用于基于所述故障根因特征集合，获取所述多个已知故障的故障根因特征。

35.根据权利要求 34 所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

第一发送模块，用于向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障的故障根因特征，以供所述训练设备在所述故障根因特征集合中添加所述目标故障与所述目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合。

36.根据权利要求 29 至 35 任一所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

第三获取模块，用于当所述网络发生故障时，获取所述网络中产生的异常事件；

第三确定模块，用于基于所述网络中产生的异常事件，确定所述故障的故障根因特征。

37.根据权利要求 28 至 36 任一所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

第四确定模块，用于基于所述目标故障以及所述目标故障对应的故障恢复预案，确定所述网络中待执行预案的目标网络设备；

第二发送模块，用于向所述目标网络设备发送预案执行指令，所述预案执行指令用于指示所述目标网络设备执行所述目标故障对应的故障恢复预案，所述预案执行指令包括所述目标故障对应的故障恢复预案。

38.根据权利要求 37 所述的控制设备，其特征在于，

所述第二发送模块，还用于向所述目标网络设备发送预案执行回退指令，所述预案执行回退指令用于指示所述目标网络设备恢复至执行所述目标故障对应的故障恢复预案之前的状态。

39.根据权利要求 28 至 38 任一所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

接收模块，用于接收来自训练设备的故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系；

所述第一确定模块，用于基于所述故障恢复预案集合，获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案。

40.根据权利要求 39 所述的控制设备，其特征在于，所述控制设备还包括：

第一发送模块，用于向所述训练设备发送所述目标故障的标识以及所述目标故障对应的故障恢复预案，以供所述训练设备在所述故障恢复预案集合中添加所述目标故障与所述目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

41.一种分析设备，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障；

发送模块，用于向控制设备发送所述目标故障对应的相似故障信息，所述相似故障信息包括所述目标故障的标识和相似故障列表，所述相似故障列表包括所述目标故障的一个或多个相似已知故障，所述相似故障信息用于所述控制设备确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

42.一种训练设备，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取相似度模型，所述相似度模型基于多个样本故障的故障根因特征训练得到，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同；

第一发送模块，用于向分析设备发送所述相似度模型，供所述分析设备确定网络中发生的目标故障的相似已知故障，所述相似已知故障用于确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

43.根据权利要求 42 所述的训练设备，其特征在于，所述第一获取模块，用于：

采用多个所述样本故障的故障根因特征，训练得到所述相似度模型。

44.根据权利要求 42 或 43 所述的训练设备，其特征在于，所述设备还包括：

第二获取模块，用于向所述相似度模型分次输入多个样本故障对的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的每个所述样本故障对的故障根因之间的相似度，所述多个样本故障对包括第一类样本故障对和第二类样本故障对，所述第一类样本故障对包括两个标注有相同类别标签的样本故障，所述第二类样本故障对包括两个标注有不同类别标签的样本故障；

确定模块，用于根据所述多个样本故障对的故障根因之间的相似度，确定相似度阈值；

所述第一发送模块，还用于向所述分析设备发送所述相似度阈值。

45.根据权利要求 42 至 44 任一所述的训练设备，其特征在于，

所述第一发送模块，还用于向所述分析设备发送故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系；

所述设备还包括第二发送模块，用于向控制设备发送故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系。

46.根据权利要求 45 所述的训练设备，其特征在于，所述训练设备还包括：

接收模块，用于接收来自所述控制设备的所述目标故障的标识、所述目标故障的故障根因特征以及所述目标故障对应的故障恢复预案；

更新模块，用于在所述故障根因特征集合中添加所述目标故障与所述目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合，并在所述故障恢复预案集合中添加所述目标故障与所述目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合。

47.一种故障恢复预案确定系统，其特征在于，包括：控制设备和分析设备；

所述分析设备用于获取多个已知故障中，故障根因与网络中的目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障，并向所述控制设备发送所述目标故障对应的相似故障信息，所述相似故障信息包括所述目标故障的标识和相似故障列表，所述相似故障列表包括所述目标故障的一个或多个相似已知故障；

所述控制设备用于获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案，并基于所述相似已知故障对应的故障恢复预案，确定所述目标故障对应的故障恢复预案。

48.根据权利要求 47 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：训练设备；

所述训练设备用于采用多个样本故障的故障根因特征，训练得到相似度模型，并向所述分析设备发送所述相似度模型，所述样本故障标注有类别标签，其中，标注有相同类别标签的样本故障对应的故障恢复预案相同，

所述分析设备用于对于所述多个已知故障中的每个已知故障，向所述相似度模型输入所述目标故障的故障根因特征以及所述已知故障的故障根因特征，以获取所述相似度模型输出的所述目标故障的故障根因与所述已知故障的故障根因之间的相似度，并根据所述目标故障的故障根因与所述多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定所述多个已知故障中故障根因与所述目标故障的故障根因满足所述相似度条件的相似已知故障；

和/或，

所述训练设备用于向所述控制设备发送故障恢复预案集合，所述故障恢复预案集合包括所述多个已知故障与故障恢复预案之间的对应关系，

所述控制设备用于基于所述故障恢复预案集合，获取所述相似已知故障对应的故障恢复预案；

和/或，

所述训练设备用于向所述分析设备发送故障根因特征集合，所述故障根因特征集合包括所述多个已知故障与故障根因特征之间的对应关系，

所述分析设备用于基于所述故障根因特征集合，获取所述多个已知故障的故障根因特征。

49.一种设备，其特征在于，包括：处理器和存储器；

所述存储器，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括程序指令；

所述处理器，用于调用所述计算机程序，实现如权利要求 1 至 27 任一所述的故障恢复预案确定方法。

50.一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质上存储有指令，当所述指令被计算机设备的处理器执行时，实现如权利要求 1 至 27 任一所述的故障恢复预案确定方法。

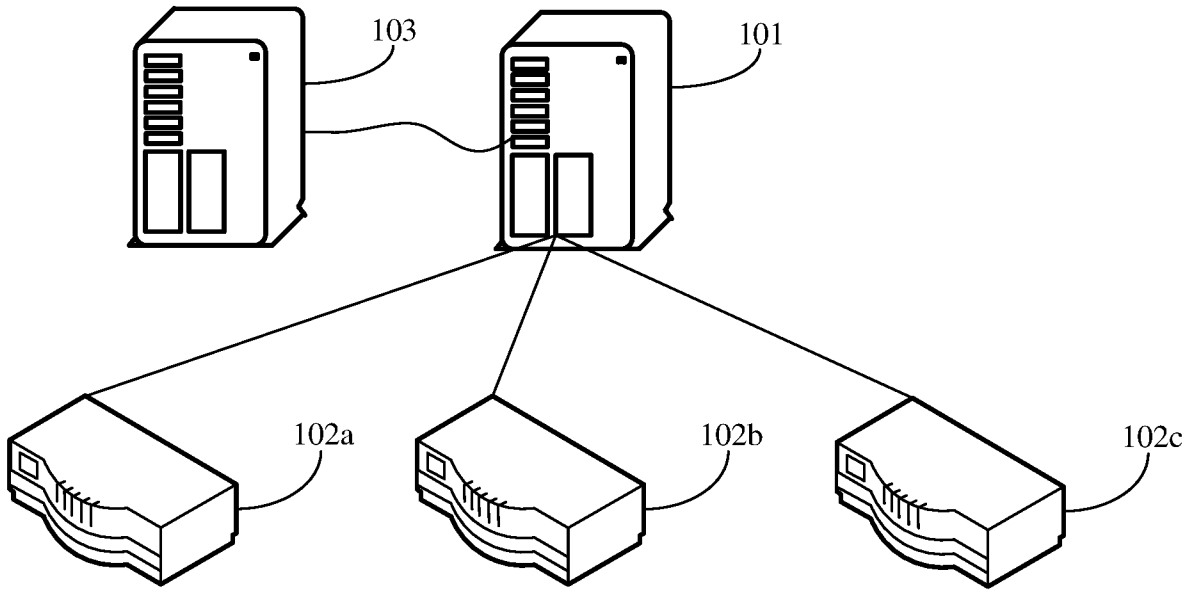


图 1

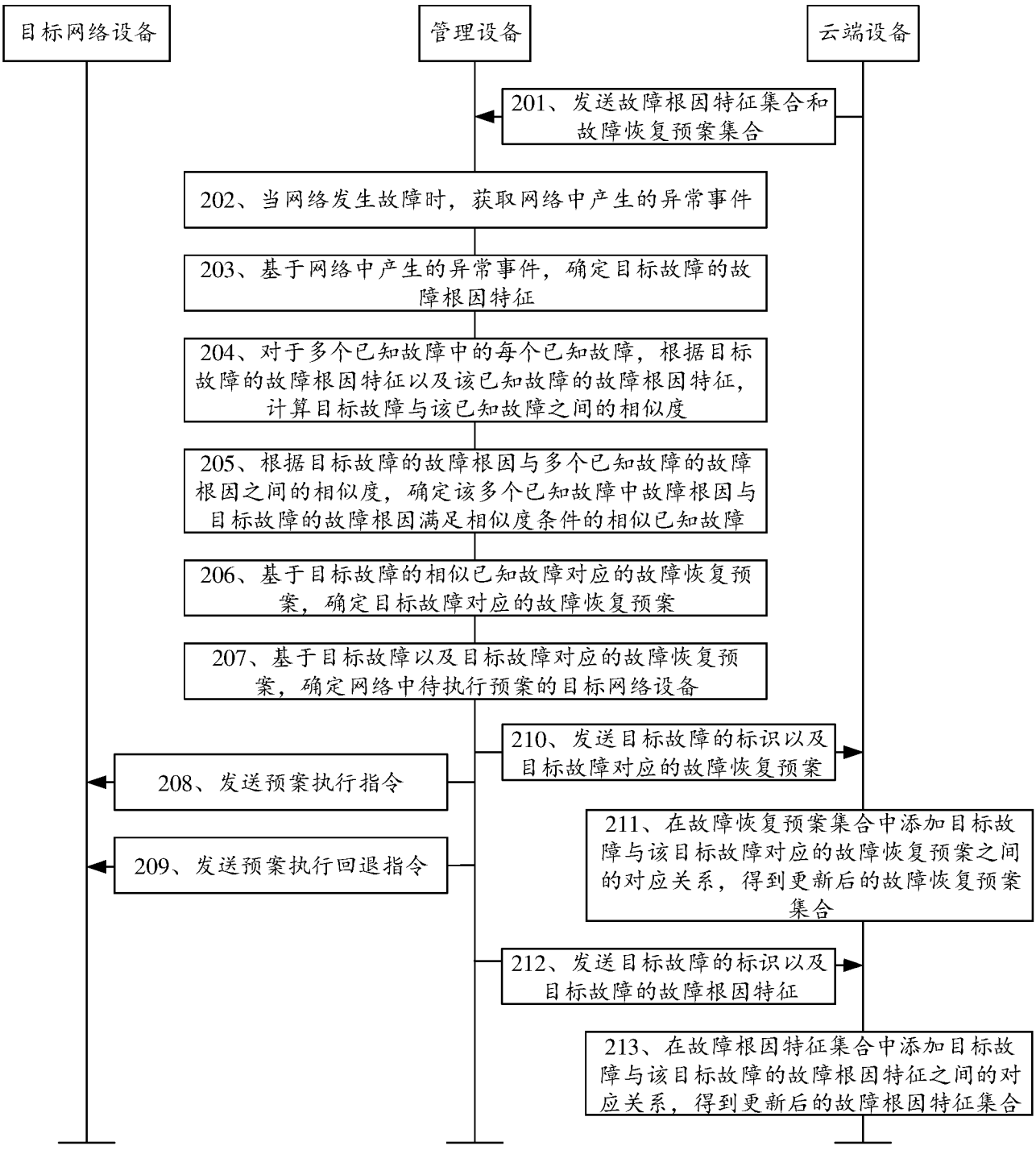

目标网络设备
管理设备
云端设备
201、发送故障根因特征集合和故障恢复预案集合
202、当网络发生故障时，获取网络中产生的异常事件
203、基于网络中产生的异常事件，确定目标故障的故障根因特征
204、对于多个已知故障中的每个已知故障，根据目标故障的故障根因特征以及该已知故障的故障根因特征，计算目标故障与该已知故障之间的相似度
205、根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定该多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障
206、基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案
207、基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备
210、发送目标故障的标识以及目标故障对应的故障恢复预案
208、发送预案执行指令
211、在故障恢复预案集合中添加目标故障与该目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合
209、发送预案执行回退指令
212、发送目标故障的标识以及目标故障的故障根因特征
213、在故障根因特征集合中添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合

图 2

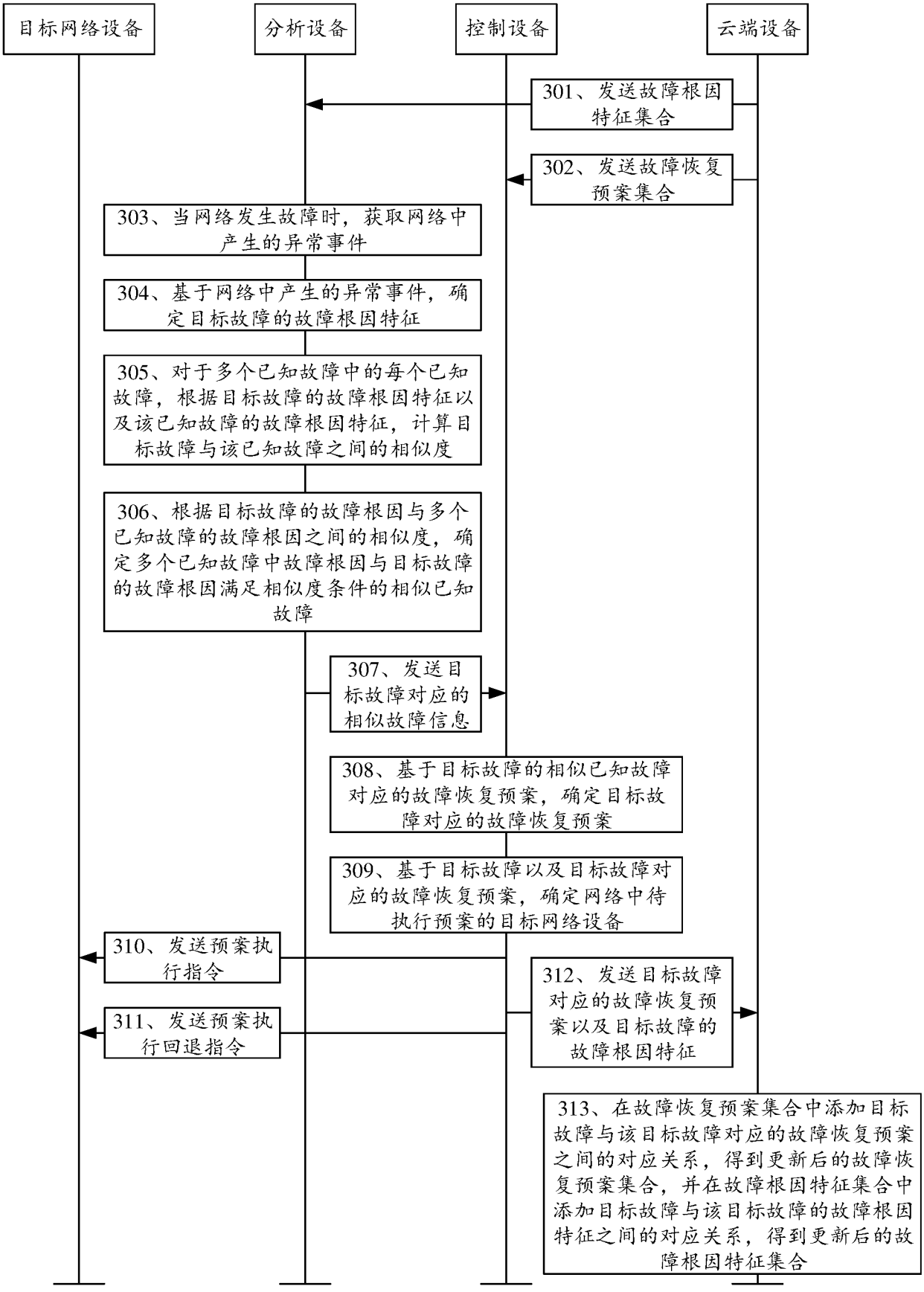

目标网络设备
分析设备
控制设备
云端设备
301、发送故障根因特征集合
302、发送故障恢复预案集合
303、当网络发生故障时，获取网络中产生的异常事件
304、基于网络中产生的异常事件，确定目标故障的故障根因特征
305、对于多个已知故障中的每个已知故障，根据目标故障的故障根因特征以及该已知故障的故障根因特征，计算目标故障与该已知故障之间的相似度
306、根据目标故障的故障根因与多个已知故障的故障根因之间的相似度，确定多个已知故障中故障根因与目标故障的故障根因满足相似度条件的相似已知故障
307、发送目标故障对应的相似故障信息
308、基于目标故障的相似已知故障对应的故障恢复预案，确定目标故障对应的故障恢复预案
309、基于目标故障以及目标故障对应的故障恢复预案，确定网络中待执行预案的目标网络设备
310、发送预案执行指令
311、发送预案执行回退指令
312、发送目标故障对应的故障恢复预案以及目标故障的故障根因特征
313、在故障恢复预案集合中添加目标故障与该目标故障对应的故障恢复预案之间的对应关系，得到更新后的故障恢复预案集合，并在故障根因特征集合中添加目标故障与该目标故障的故障根因特征之间的对应关系，得到更新后的故障根因特征集合

图 3

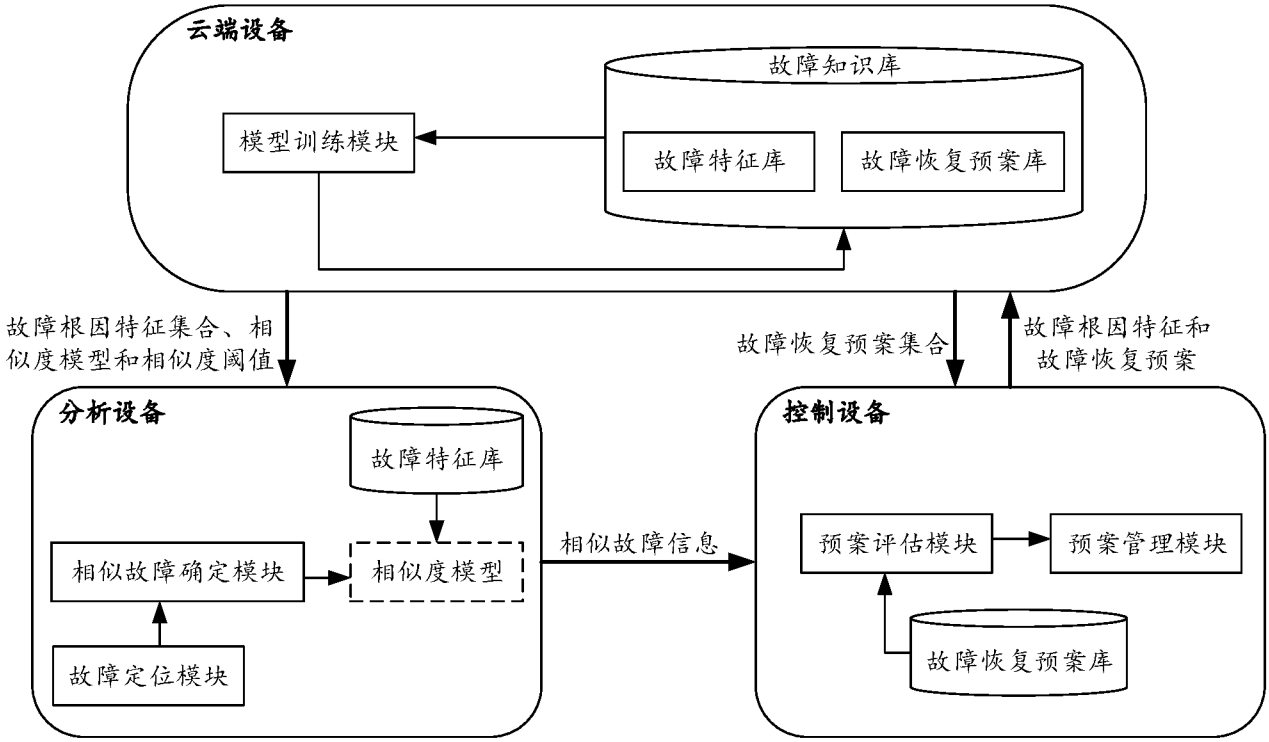

云端设备
故障知识库
模型训练模块
故障特征库
故障恢复预案库
故障根因特征集合、相似度模型和相似度阈值
故障恢复预案集合
故障根因特征和故障恢复预案
分析设备
故障特征库
相似故障确定模块
相似度模型
故障定位模块
相似故障信息
控制设备
预案评估模块
预案管理模块
故障恢复预案库

图 4

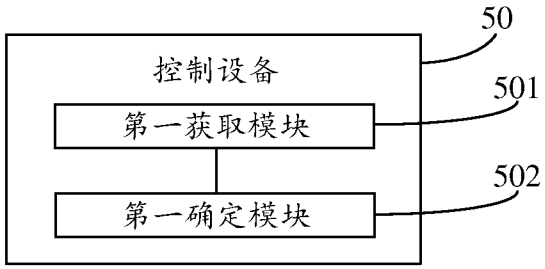

50
控制设备
501
第一获取模块
502
第一确定模块

图 5

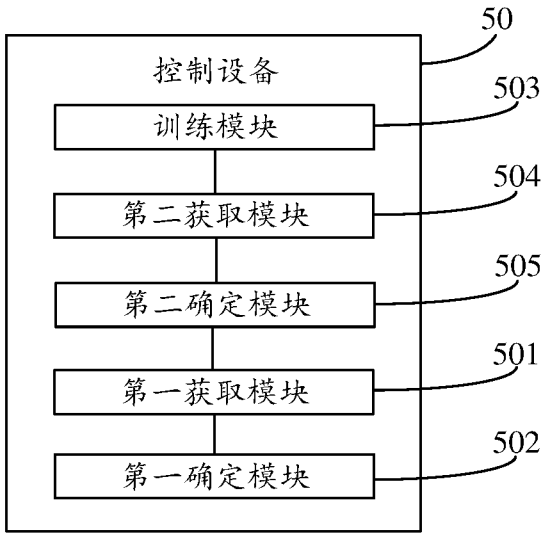

50
控制设备
503
训练模块
504
第二获取模块
505
第二确定模块
501
第一获取模块
502
第一确定模块

图 6

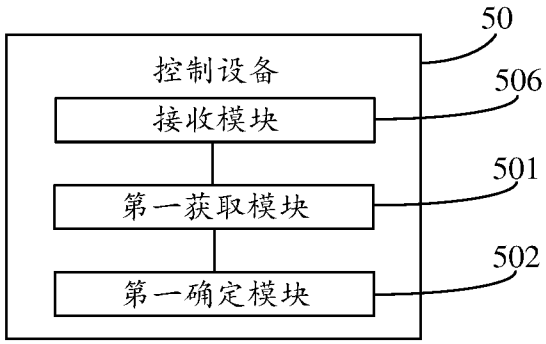

50
控制设备
506
接收模块
501
第一获取模块
502
第一确定模块

图 7

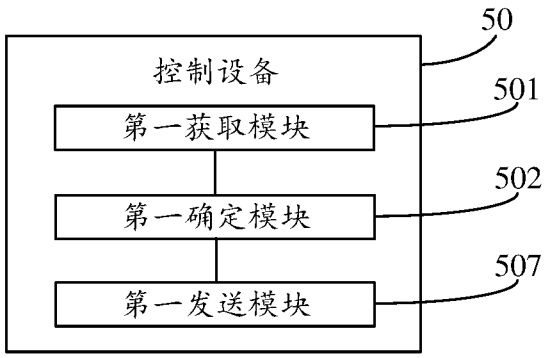

50
控制设备
501
第一获取模块
502
第一确定模块
507
第一发送模块

图 8

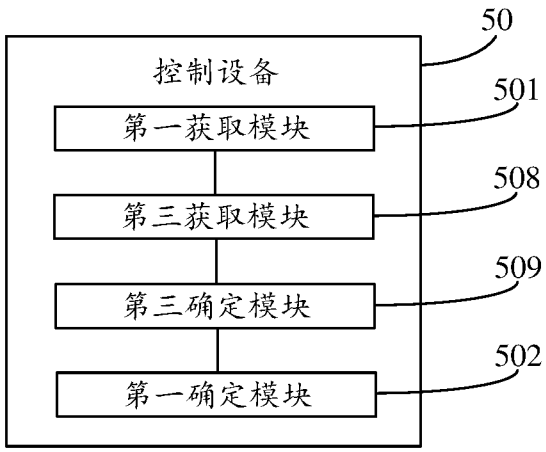

50
控制设备
501
第一获取模块
508
第三获取模块
509
第三确定模块
502
第一确定模块

图 9

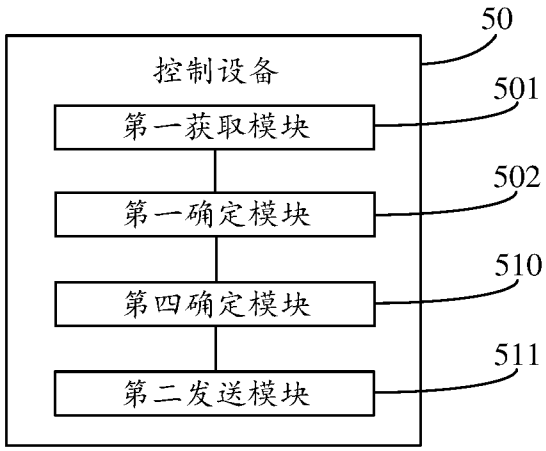

50
控制设备
501
第一获取模块
502
第一确定模块
510
第四确定模块
511
第二发送模块

图 10

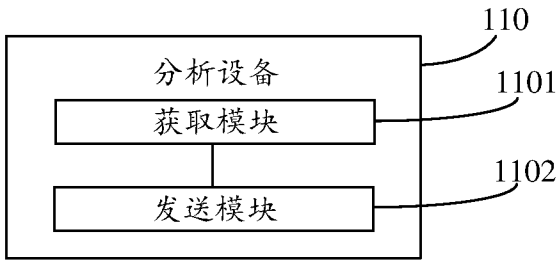

110
分析设备
1101
获取模块
1102
发送模块

图 11

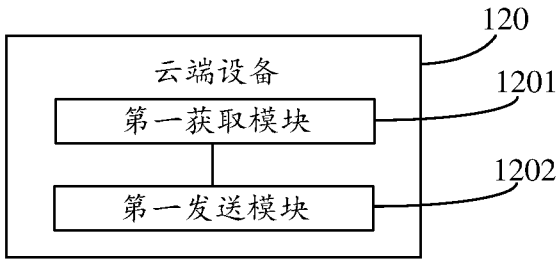

120
云端设备
1201
第一获取模块
1202
第一发送模块

图 12

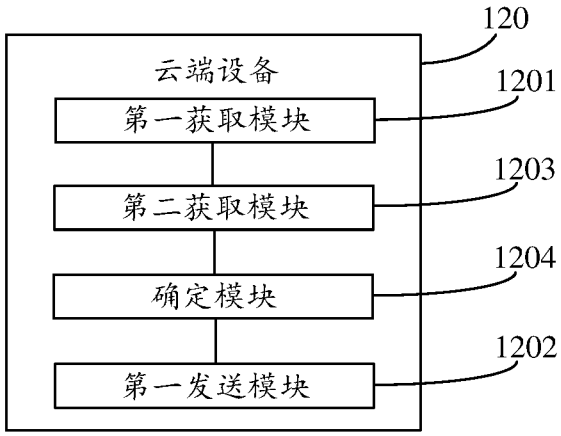

120
云端设备
1201
第一获取模块
1203
第二获取模块
1204
确定模块
1202
第一发送模块

图 13

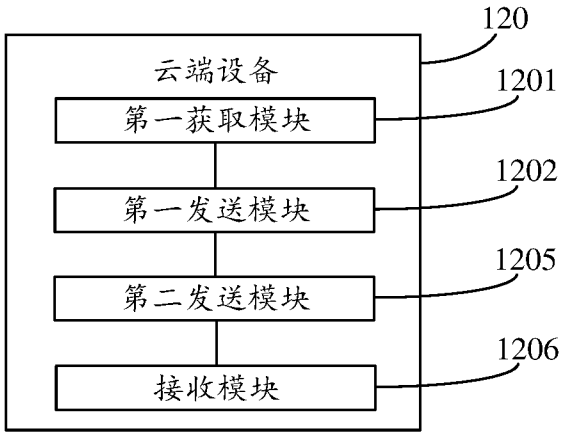

120
云端设备
1201
第一获取模块
1202
第一发送模块
1205
第二发送模块
1206
接收模块

图 14

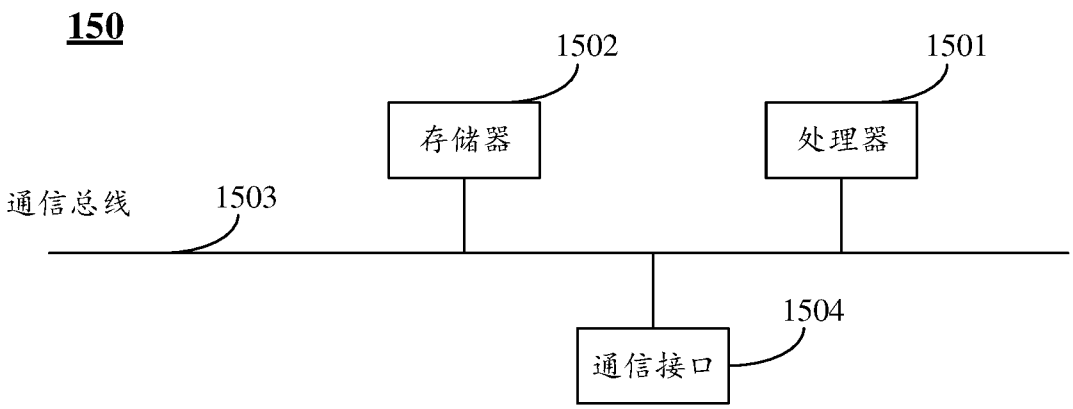

150
1502
存储器
1501
处理器
通信总线
1503
1504
通信接口

图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/124377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/24(2006.01)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, CNABS, CNKI, EPTXT, USTXT, WOTXT, VEN: 故障, 恢复, 预案, 方案, 原因, 根因, 相关度, 相似度, error, fault, failure, recover+, restor+, scheme, plan, reason, correlation, similarity, proximity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111082401 A (HENGZHOU POWER SUPPLY COMPANY OF STATE GRID HENAN ELECTRIC POWER COMPANY et al.) 28 April 2020 (2020-04-28) description, paragraphs 0040-0068, figures 1-2	1-50
A	JP 2008310582 A (HITACHI LTD.) 25 December 2008 (2008-12-25) entire document	1-50
A	US 2018329404 A1 (DOOSAN HEAVY INDUSTRIES & CONSTRUCTION CO., LTD.) 15 November 2018 (2018-11-15) entire document	1-50
A	CN 111224805 A (ZTE CORPORATION) 02 June 2020 (2020-06-02) entire document	1-50

☐ 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
27 December 2021	**14 January 2022**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/124377

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111082401	A	28 April 2020	None			
JP	2008310582	A	25 December 2008	None			
US	2018329404	A1	15 November 2018	US	2021157308	A1	27 May 2021
				US	10915097	B2	09 February 2021
				DE	102018109794	A1	15 November 2018
				KR	20180125277	A	23 November 2018
				KR	101926257	B1	06 December 2018
CN	111224805	A	02 June 2020	WO	2020108159	A1	04 June 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/124377

A. 主题的分类

H04L 12/24(2006.01)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,CNABS,CNKI,EPTXT,USTXT,WOTXT,VEN:故障，恢复，预案，方案，原因，根因，相关度，相似度，error,fault，failure，recover+，restor+，scheme，plan，reason，correlation，similarity，proximity

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 111082401 A (国网河南省电力公司郑州供电公司 等) 2020年4月28日 (2020-04-28) 说明书第0040-0068段，附图1-2	1-50
A	JP 2008310582 A (HITACHI LTD.) 2008年12月25日 (2008-12-25) 全文	1-50
A	US 2018329404 A1 (DOOSAN HEAVY IND. & CONSTRUCTION CO., LTD.) 2018年11月15日 (2018-11-15) 全文	1-50
A	CN 111224805 A (中兴通讯股份有限公司) 2020年6月2日 (2020-06-02) 全文	1-50

☐ 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
2021年12月27日	2022年1月14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 傅琦 电话号码 86-(010)-62411842

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/124377

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	111082401	A	2020年4月28日	无			
JP	2008310582	A	2008年12月25日	无			
US	2018329404	A1	2018年11月15日	US	2021157308	A1	2021年5月27日
				US	10915097	B2	2021年2月9日
				DE	102018109794	A1	2018年11月15日
				KR	20180125277	A	2018年11月23日
				KR	101926257	B1	2018年12月6日
CN	111224805	A	2020年6月2日	WO	2020108159	A1	2020年6月4日