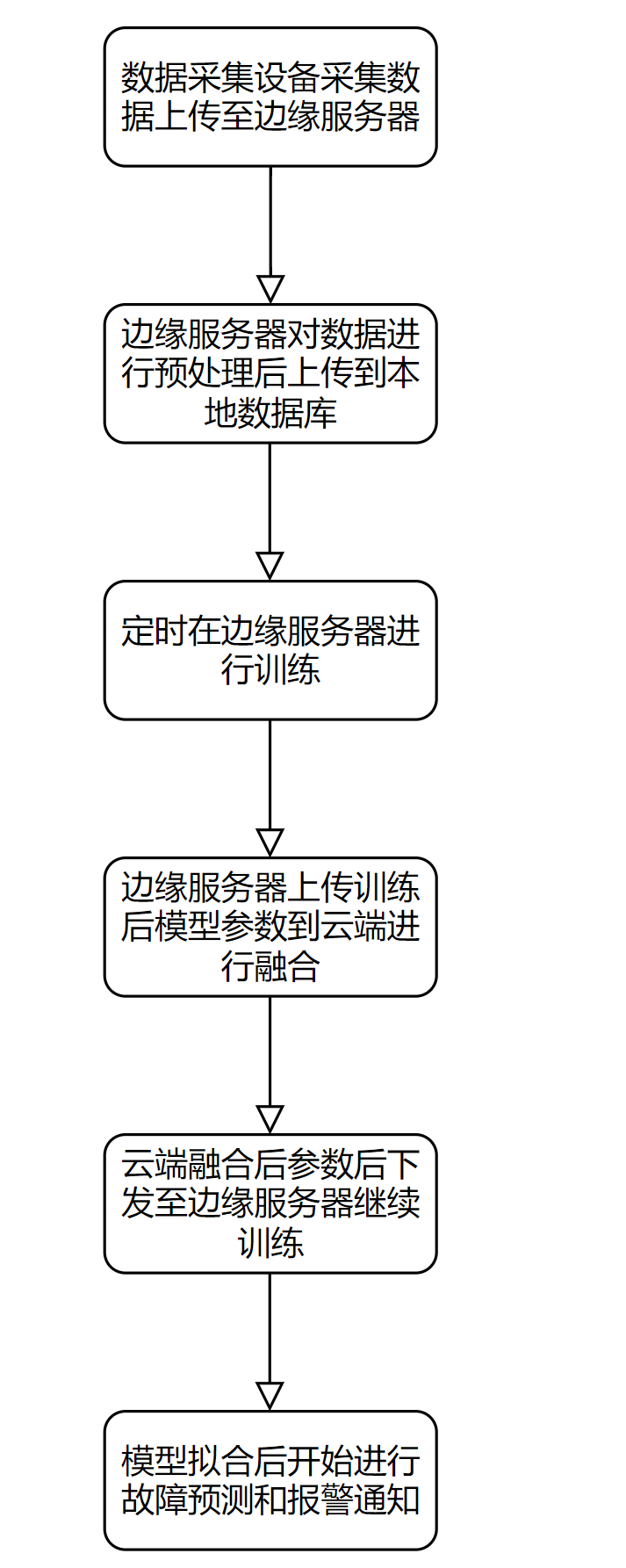
**说 明 书 摘 要**

本发明公开了一种基于云边端架构的列车故障诊断系统，包括：在高速铁路沿线部署边缘计算节点，用于实时采集列车运行数据；利用联邦学习算法，在各边缘节点独立训练局部故障诊断模型，并将模型更新传输至中心云进行全局模型聚合；结合动态资源调度技术，优化边缘节点的资源利用率；在诊断过程中，结合多模态数据，使用深度学习算法提升故障模式识别的准确性；通过智能决策支持系统，生成优化的维护计划。本发明有效提升了高速铁路故障诊断的实时性、准确性和安全性，避免了单点故障和数据传输延迟的问题。

**摘 要 附 图**



**权 利 要 求 书**

1. 一种基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，包括以下步骤：

步骤1：基于列车运行过程中产生的数据，使用边缘节点进行采集和预处理，包括视频、传感器及设备数据；

步骤2：设计联邦学习框架，边缘节点分别训练局部故障诊断模型；

步骤3：通过网络将训练后的局部模型参数上传至中心云，生成全局诊断模型；

步骤4：利用云端Slurm调度器优化资源，执行全局模型的诊断任务；

步骤5：将诊断结果返回边缘节点，提供实时监测与告警。

2. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，所述步骤1中的具体实施如下：

步骤1.1：通过不同协议如MQTT、HTTP、RTMP传输数据至边缘节点；

步骤1.2：在边缘节点上对传输数据进行事件匹配、清洗和格式整理；

步骤1.3：对数据进行分类处理，视频数据、传感器数据、设备数据分别进行独立处理。

3. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，所述步骤2中的具体实施步骤为：

步骤2.1：设计边缘节点的局部模型训练框架，边缘节点独立进行模型训练；

步骤2.2：通过边缘节点采集到的数据进行故障诊断模型的局部训练；

步骤2.3：将训练完成的局部模型参数上传至中心云进行聚合，生成全局模型。

4. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，所述步骤3的具体实施步骤如下：

步骤3.1：各边缘节点通过安全通道将本地训练得到的局部模型参数（如权重、偏置等）传输至中心云端。传输采用安全加密协议（如TLS）确保数据在传输过程中的安全性。

步骤3.2：云端服务器使用联邦学习算法对从各边缘节点传来的局部模型参数进行聚合，生成全局故障诊断模型。聚合方法可以采用加权平均、FedAvg等常见方法，以确保不同边缘节点模型的贡献合理融合。

步骤3.3：云端在聚合生成全局模型后，通过历史故障数据集对模型进行测试和校验。如果校验结果符合预期，则更新全局模型；否则，调整聚合策略或对边缘节点下发新的训练指令。

5. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，所述步骤4的具体实施步骤如下：

步骤4.1：通过Slurm调度器调度云端计算资源，用于全局模型训练；

步骤4.2：根据诊断任务的优先级调整资源调度策略；

步骤4.3：对诊断任务的复杂度进行分析，动态优化资源配置。

6. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，所述步骤5的具体实施步骤如下：

步骤5.1：通过消息队列，将诊断结果反馈至边缘节点，进行实时告警；

步骤5.2：在边缘节点上实时更新局部模型，提高诊断的准确度和响应速度；

步骤5.3：通过API将诊断结果可视化，展示给用户。

7. 根据权利要求1所述的基于云边端架构的列车故障诊断系统，其特征在于，系统支持数据安全保障，所有数据传输均采用加密技术，确保数据的隐私与完整性。

**说 明 书**

**一种基于云边端架构的列车故障诊断系统**

**技术领域**

本发明涉及智能列车及工业系统中的故障诊断技术领域，具体涉及一种基于云边端架构的列车故障诊断系统。该系统旨在通过利用云计算和边缘计算相结合的方式，实现对列车运行设备的实时监测和故障诊断。

**背景技术**

随着现代工业和智能交通系统的迅速发展，列车等关键设备的运行可靠性变得至关重要。传统的故障诊断多依赖于中心化的云端数据处理，然而由于工业设备数量的增加及数据量的激增，单一依赖云端处理存在延迟问题，难以满足实时性要求。同时，部分远程场景存在网络传输限制，使得数据无法及时上传云端进行分析。

云边端架构的引入能够有效解决这一问题。通过在边缘节点进行预处理和局部诊断，结合云端的全局模型和大规模数据处理能力，云边协同可以显著提高故障诊断的效率与精度。特别是在智能列车的运行环境中，列车设备的实时监测与故障预测对于保障交通安全、优化运行效率、减少故障停运至关重要。将云边端架构应用于故障诊断系统，能够实现设备状态的实时分析和预测，提前预防故障并提升维护效率，进而保障系统稳定运行。

**发明内容**

本发明的目的是提供一种基于云边端架构的列车故障诊断系统，解决传统中心化诊断模型存在的诊断延迟、数据传输瓶颈及网络环境不稳定等问题，提升系统的实时性、可靠性与扩展性。

本发明提供了一种基于云边端架构的列车故障诊断方法，具体包括以下步骤：步骤1：基于列车运行过程中产生的数据，使用边缘节点进行采集和预处理，包括视频、传感器及设备数据；

步骤2：设计联邦学习框架，边缘节点分别训练局部故障诊断模型；

步骤3：通过网络将训练后的局部模型参数上传至中心云，生成全局诊断模型；

步骤4：利用云端Slurm调度器优化资源，执行全局模型的诊断任务；步骤5：将诊断结果返回边缘节点，提供实时监测与告警。

进一步的，所述步骤1的具体实现步骤为：

步骤1.1：通过不同协议如MQTT、HTTP、RTMP传输数据至边缘节点；

步骤1.2：在边缘节点上对传输数据进行事件匹配、清洗和格式整理；

步骤1.3：对数据进行分类处理，视频数据、传感器数据、设备数据分别进行独立处理。

进一步的，所述步骤2的具体实现步骤为：

步骤2.1：设计边缘节点的局部模型训练框架，边缘节点独立进行模型训练；

步骤2.2：通过边缘节点采集到的数据进行故障诊断模型的局部训练；

步骤2.3：将训练完成的局部模型参数上传至中心云进行聚合，生成全局模型。

进一步的，所述步骤3的具体实现步骤为：

步骤3.1：各边缘节点通过安全通道将本地训练得到的局部模型参数（如权重、偏置等）传输至中心云端。传输采用安全加密协议（如TLS）确保数据在传输过程中的安全性。

步骤3.2：云端服务器使用联邦学习算法对从各边缘节点传来的局部模型参数进行聚合，生成全局故障诊断模型。聚合方法可以采用加权平均、FedAvg等常见方法，以确保不同边缘节点模型的贡献合理融合。

步骤3.3：云端在聚合生成全局模型后，通过历史故障数据集对模型进行测试和校验。如果校验结果符合预期，则更新全局模型；否则，调整聚合策略或对边缘节点下发新的训练指令。

进一步的，所述步骤4的具体实现步骤为：

步骤4.1：通过Slurm调度器调度云端计算资源，用于全局模型训练；

步骤4.2：根据诊断任务的优先级调整资源调度策略；

步骤4.3：对诊断任务的复杂度进行分析，动态优化资源配置。

进一步的，所述步骤5的具体实现步骤为：

步骤5.1：通过消息队列，将诊断结果反馈至边缘节点，进行实时告警；

步骤5.2：在边缘节点上实时更新局部模型，提高诊断的准确度和响应速度；

步骤5.3：通过API将诊断结果可视化，展示给用户。

与现有技术相比，本发明基于云边端架构的列车故障诊断系统构建了边缘和云端协同工作的故障诊断架构，充分利用了边缘计算在实时性和云计算在计算资源上的优势。在边缘节点进行数据采集和局部模型训练，有效降低了数据传输延迟，并提高了实时监测和响应能力。同时，采用联邦学习技术，将各边缘节点的局部诊断模型参数上传到云端，云端聚合生成全局模型，避免了传统集中式模型的隐私问题和高数据传输成本。通过Slurm调度器对云端资源进行优化和调度，实现了全局模型的高效故障诊断任务执行。此外，系统在反馈机制上具有实时性，可以将诊断结果迅速传回边缘节点，支持故障实时监测和报警，进一步提升了故障诊断的准确性和响应速度。相比传统的故障诊断系统，本发明通过边缘与云端的协同，能够动态调整资源分配，适应复杂和多样的故障诊断场景，且在数据安全和隐私保护上进行了优化，确保数据传输的安全性和诊断过程的完整性。这一架构提高了故障诊断的智能化水平和效率，解决了传统诊断系统难以应对大规模、实时性要求高的工业场景的问题。

**附图说明**

图1是本发明一种基于云边端架构的列车故障诊断系统的流程图，展示系统各个组成部分及其相互作用的整体架构。

图2是**数据流图**：说明设备数据、视频数据和传感器数据如何从设备传输到边缘节点，并经过处理后上传至云端的流程。，说明设备数据、视频数据和传感器数据如何从设备传输到边缘节点，并经过处理后上传至云端的流程。

图3是模型训练流程图，说明了云边端模型的派发和参数融合的过程。

**具体实施方式**

下面结合附图及实施例对本发明做进一步详细说明。

参见附图1，本发明基于云边端架构下的列车故障诊断系统包括以下步骤：

步骤1：基于列车运行过程中产生的数据，使用边缘节点进行采集和预处理，包括视频、传感器及设备数据，如附图1接入层部分所示；

步骤1.1：对列车产生的数据，通过不同协议如MQTT、HTTP、RTMP传输数据至边缘节点；

步骤1.2：在边缘节点上对传输数据进行事件匹配、清洗和格式整理；

步骤1.3：对数据进行分类处理，视频数据、传感器数据、设备数据分别进行独立处理。

步骤2：设计联邦学习框架，边缘节点分别训练局部故障诊断模型

步骤2.1：设计边缘节点的局部模型训练框架，边缘节点独立进行模型训练；

步骤2.2：通过边缘节点采集到的数据进行故障诊断模型的局部训练；

步骤2.3：将训练完成的局部模型参数上传至中心云进行聚合，生成全局模型。

步骤3：通过网络将训练后的局部模型参数上传至中心云，生成全局诊断模型如附图3；

步骤3.1：各边缘节点通过安全通道将本地训练得到的局部模型参数（如权重、偏置等）传输至中心云端。传输采用安全加密协议（如TLS）确保数据在传输过程中的安全性。

步骤3.2：云端服务器使用联邦学习算法对从各边缘节点传来的局部模型参数进行聚合，生成全局故障诊断模型。聚合方法可以采用加权平均、FedAvg等常见方法，以确保不同边缘节点模型的贡献合理融合。

步骤3.3：云端在聚合生成全局模型后，通过历史故障数据集对模型进行测试和校验。如果校验结果符合预期，则更新全局模型；否则，调整聚合策略或对边缘节点下发新的训练指令。

步骤4：利用云端Slurm调度器优化资源，执行全局模型的诊断任务；步骤4.1：通过Slurm调度器调度云端计算资源，用于全局模型训练；

步骤4.2：根据诊断任务的优先级调整资源调度策略；

步骤4.3：对诊断任务的复杂度进行分析，动态优化资源配置。

步骤5：将诊断结果返回边缘节点，提供实时监测与告警。

步骤5.1：通过消息队列，将诊断结果反馈至边缘节点，进行实时告警；

步骤5.2：在边缘节点上实时更新局部模型，提高诊断的准确度和响应速度；

步骤5.3：通过API将诊断结果可视化，展示给用户。

**说 明 书 附 图**

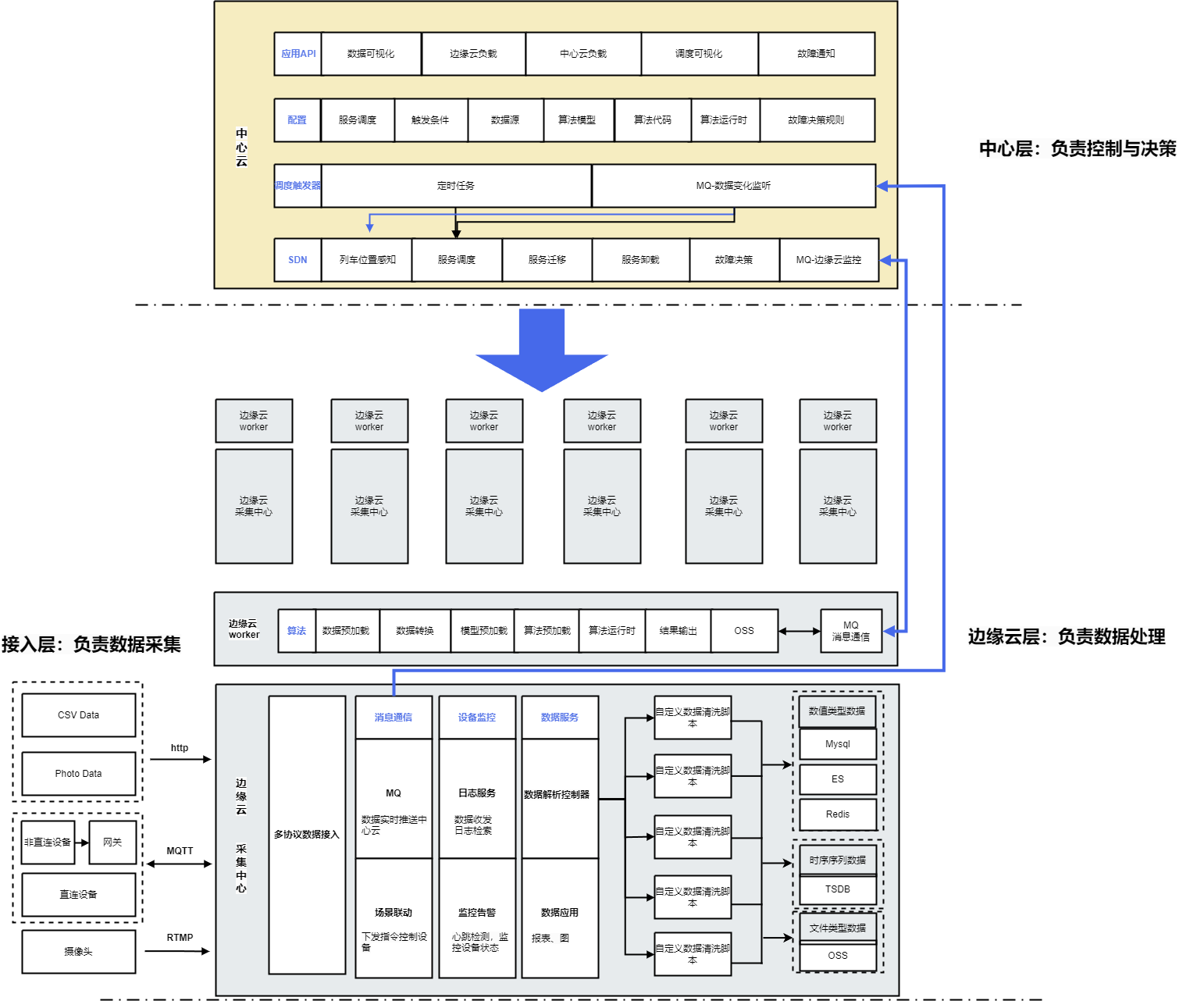


图1

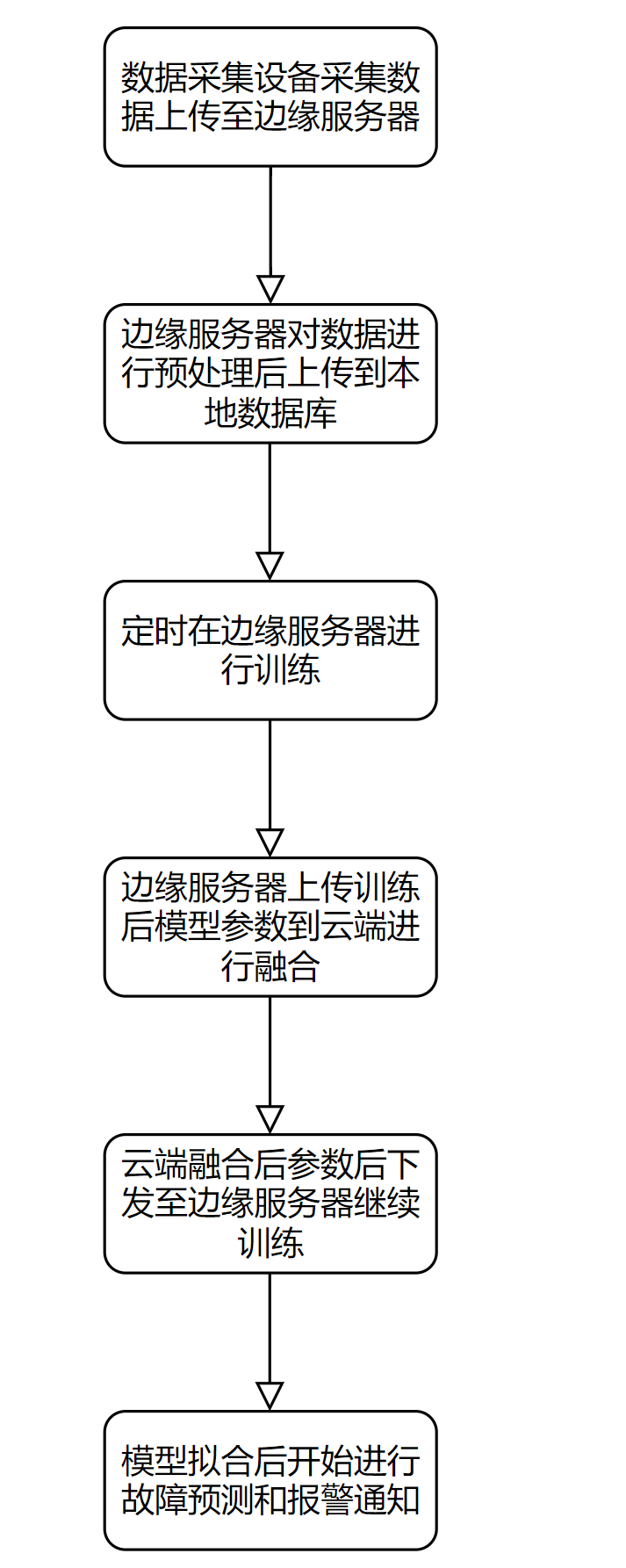


图2

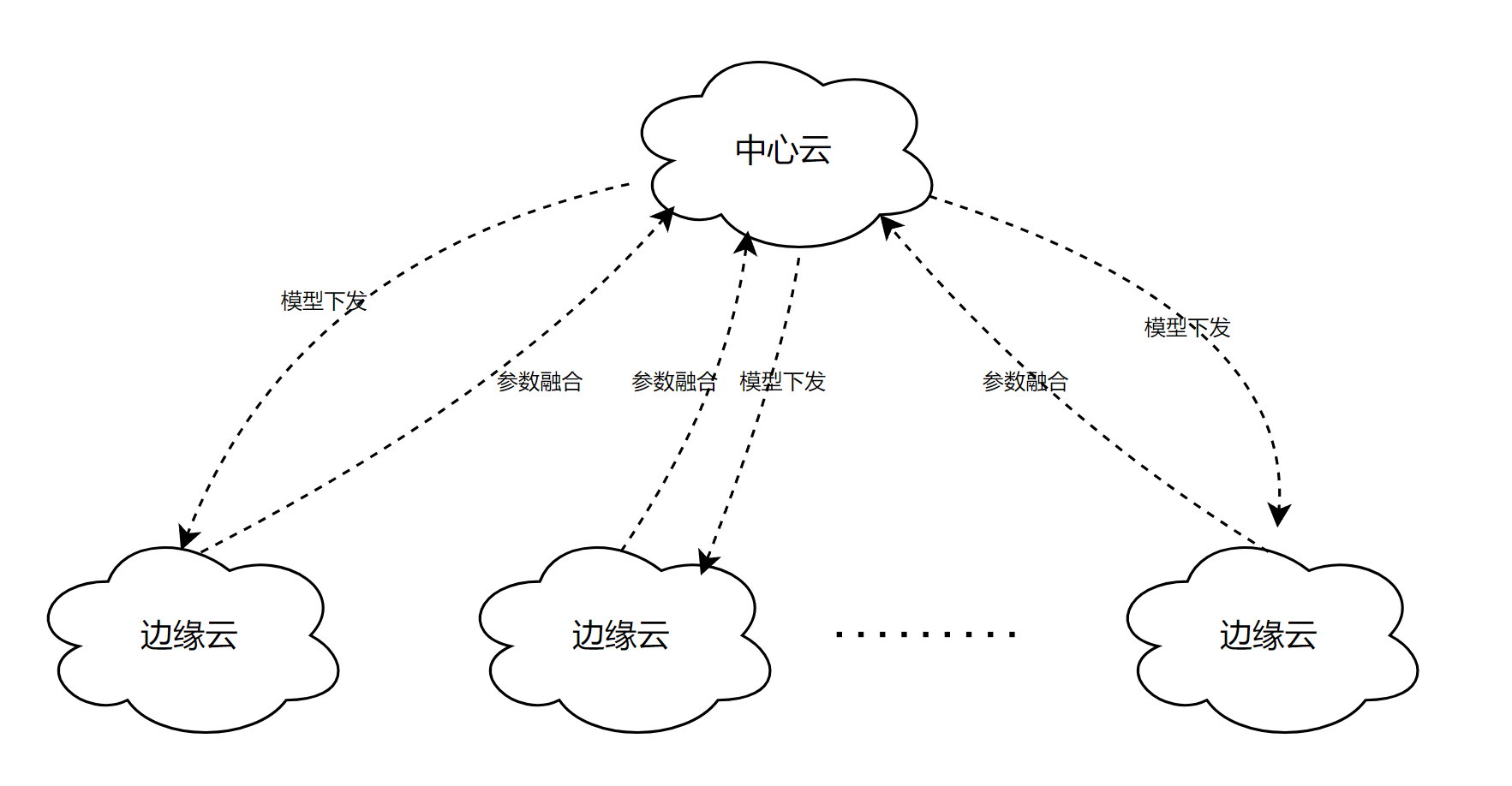


图3