



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102291292 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 21

(21) 申请号 201010202248. 8

(22) 申请日 2010. 06. 18

(71) 申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114 号

(72) 发明人 宋岩 徐皓冬 王庆福 赵伟

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 李晓光

(51) Int. Cl.

H04L 12/56 (2006. 01)

H04L 29/06 (2006. 01)

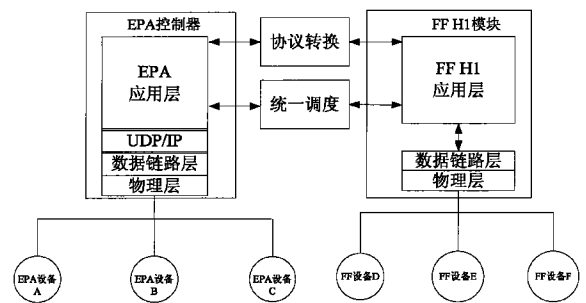
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

EPA 到 FFH1 协议转换和调度的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法包括以下步骤:构建包含 EPA 控制器和 FF H1 模块的硬件设备;在 EPA 控制器上运行 EPA 协议栈,在 FF H1 模块上运行 FF H1 协议栈;在 EPA 控制器中运行协议转换软件,实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换;在 EPA 控制器中运行统一调度软件,实现 EPA 到 FF H1 的统一调度。本发明保证了 EPA 到 FF H1 数据的双向传输,实现了 EPA 到 FF 的数据流转换、FF 到 EPA 的数据流转换,并且实现了服务级映射,具有实时性、通用性,可以构建以 EPA 或 FF H1 为主的多种结构的控制网络以及良好的兼容性。



1. 一种 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于包括以下步骤:

构建包含 EPA 控制器和 FF H1 模块的硬件设备;

在 EPA 控制器上运行 EPA 协议栈,在 FF H1 模块上运行 FF H1 协议栈;

在 EPA 控制器中运行协议转换软件,实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换;

在 EPA 控制器中运行统一调度软件,实现 EPA 到 FF H1 的统一调度。

2. 按权利要求 1 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:所述协议转换软件包括以下步骤:

当 EPA 控制器以太网接口接收到请求报文时,对请求报文进行解包,得到服务信息报文头;

判断该请求报文的类型;

如果为发送到 FF H1 网段的报文,则对该请求报文进行协议转换,并重新打包;

EPA 控制器通过第 1 串口通信模块将重新打包后的报文发送到 FF H1 模块,完成一次 EPA 报文到 FF H1 报文的转换。

3. 按权利要求 2 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:如果为 EPA 本网段的报文,则按 EPA 协议栈进行处理。

4. 按权利要求 1 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:所述协议转换软件包括以下步骤:

当 EPA 控制器通过第 1 串口通信模块接收到报文时,对接收报文进行解包,得到服务信息报文头;

判断接收报文的数据类型;

如果该接收报文数据为实时数据,则查找 EPA 控制器中的跨网段链接对象映射表,得到使用 EPA 协议栈的现场设备中功能块的链接关系;

EPA 控制器组织 EPA 报文将实时数据发布给使用 EPA 协议栈的现场设备,完成一次串口通信过程。

5. 按权利要求 4 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:

如果该报文数据类型为协议数据,则将对接收报文重新打包;

通过以太网接口将重新打包后的报文发送到 EPA 网段。

6. 按权利要求 4 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:所述跨网段链接对象映射表是指 EPA 上位机将运行 FF H1 协议的现场设备中的功能块与运行 EPA 协议的现场设备中的功能块组态后下载到 EPA 控制器中的组态关系映射表,包括:欲发布实时数据的运行 FF H1 协议栈的现场设备中的功能块索引和标识、接收 FF H1 网段实时数据的 EPA 现场设备中的功能块标识和索引、FF H1 现场设备地址、和 EPA 现场设备地址。

7. 按权利要求 1 所述的 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法,其特征在于:所述统一调度软件包括以下步骤:

根据 FF H1 模块中的调度表构建 EPA 控制器调度表;

当使用 FF H1 协议栈的现场设备有实时数据发布到使用 EPA 协议栈的现场设备时,FF H1 模块作为 FF H1 网段的订阅者将接收到的实时数据转发到 EPA 控制器;EPA 控制器在周期报文传输阶段将接收到的实时数据发布到 EPA 网段;

EPA 周期报文传输结束后进入非周期报文传输阶段,EPA 控制器将突发性的非周期数

据转发到 EPA 网段或者 FF H1 网段。

EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制领域及现场总线技术,具体地说是一种 EPA 到 FFH1 协议转换和调度的方法。

背景技术

[0002] 现场总线是网络技术向工业化现场总线发展的产物,是在市场需求的背景下发展起来的新型技术,具有全数字化、分散、双向传输和多分支的特点。然而,由于历史和商业的原因,目前国际上有 40 多种现场总线,各种现场总线都有各自的应用范围和应用领域。而现场总线的关键技术之一是互操作性,解决与其他总线网络设备互联与互操作的问题,已成为现场总线技术成熟的一个标志。

[0003] 以太网用于工业控制中具有应用广泛、成本低廉以及通信速率高等优势,工业以太网正在成为工业控制网络的主流技术。一些国际组织也在积极推进以太网进入控制领域,正在进行工业以太网关键技术的研究。EPA(Ethernet for plant automation)标准,作为实时以太网国际标准,已经解决的关键技术有:控制系统结构设计、通信实时性技术、总线供电技术、互可操作技术、远距离传输技术、网络安全技术、可靠性与抗干扰技术等。随着其关键技术的解决,EPA 在工业自动化领域的应用也越来越广泛。FF(基金会现场总线, foundation fieldbus)标准作为世界上最具影响力的总线标准之一,得到了世界上主要自控设备供应商的广泛支持,在北美、亚太地区具有较强的影响力。解决 EPA 与基金会现场总线(FF)的互联与互操作问题不仅是 EPA 技术的一个突破点,而且为 EPA 拓宽市场起到了推动作用。

[0004] FF 通信技术分为低速和高速两部分,分别为 H1 和 HSE,其中 H1 在运行速率较低的过程控制领域具有非常广泛的应用。

[0005] 在 EPA 的市场应用中,可能会存在不同种类的现场总线。由于 FF 现场总线的市场应用非常广泛,与 EPA 可能共同应用于一个工厂自动化系统中,现场总场互联与互操作问题是不可避免的。而目前能够解决由 EPA 到 FF H1 现场总线互联与互操作问题的网关技术尚未见报道。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的尚无法解决由 EPA 到 FF 现场总线互联与互操作问题等不足之处,本发明要解决的技术问题是提供一种能够实现由 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0008] 本发明 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法包括以下步骤:

[0009] 构建包含 EPA 控制器和 FF H1 模块的硬件设备;

[0010] 在 EPA 控制器上运行 EPA 协议栈,在 FF H1 模块上运行 FF H1 协议栈;

[0011] 在 EPA 控制器中运行协议转换软件,实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换;

- [0012] 在 EPA 控制器中运行统一调度软件,实现 EPA 到 FF H1 的统一调度。
- [0013] 所述协议转换软件包括以下步骤:
- [0014] 当 EPA 控制器以太网接口接收到请求报文时,对请求报文进行解包,得到服务信息报文头;
- [0015] 判断该请求报文的类型;
- [0016] 如果为发送到 FF H1 网段的报文,则对该请求报文进行协议转换,并重新打包;
- [0017] EPA 控制器通过第 1 串口通信模块将重新打包后的报文发送到 FF H1 模块,完成一次 EPA 报文到 FF H1 报文的转换。
- [0018] 如果为 EPA 本网段的报文,则按 EPA 协议栈进行处理。
- [0019] 所述协议转换软件包括以下步骤:
- [0020] 当 EPA 控制器通过第 1 串口通信模块接收到报文时,对接收报文进行解包,得到服务信息报文头;
- [0021] 判断接收报文的数据类型;
- [0022] 如果该接收报文数据为实时数据,则查找 EPA 控制器中的跨网段链接对象映射表,得到使用 EPA 协议栈的现场设备中功能块的链接关系;
- [0023] EPA 控制器组织 EPA 报文将实时数据发布给使用 EPA 协议栈的现场设备,完成一次串口通信过程。
- [0024] 如果该报文数据类型为协议数据,则将对接收报文重新打包;
- [0025] 通过以太网接口将重新打包后的报文发送到 EPA 网段。
- [0026] 所述跨网段链接对象映射表是指 EPA 上位机将运行 FF H1 协议的现场设备中的功能块与运行 EPA 协议的现场设备中的功能块组态后下载到 EPA 控制器中的组态关系映射表,包括:欲发布实时数据的运行 FF H1 协议栈的现场设备中的功能块索引和标识、接收 FF H1 网段实时数据的 EPA 现场设备中的功能块标识和索引、FF H1 现场设备地址、和 EPA 现场设备地址。
- [0027] 所述统一调度软件包括以下步骤:
- [0028] 根据 FF H1 模块中的调度表构建 EPA 控制器调度表;
- [0029] 当使用 FF H1 协议栈的现场设备有实时数据发布到使用 EPA 协议栈的现场设备时,FF H1 模块作为 FF H1 网段的订阅者将接收到的实时数据转发到 EPA 控制器;EPA 控制器在周期报文传输阶段将接收到的实时数据发布到 EPA 网段;
- [0030] EPA 周期报文传输结束后进入非周期报文传输阶段,EPA 控制器将突发性的非周期数据转发到 EPA 网段或者 FF H1 网段。
- [0031] 本发明具有以下有益效果及优点:
- [0032] 1. 保证了 EPA 到 FF H1 数据的双向传输,实现了 EPA 到 FF 的数据流转换、FF 到 EPA 的数据流转换,并且实现了服务级映射;
- [0033] 2. 实时性。EPA 和 FF H1 之间的数据交互可以实现以 SLOT TIME 为单位的毫秒级通信;
- [0034] 3. 通用性。本发明可以把任何符合 FF H1 标准的设备接入通信控制网络,并且实现互操作;
- [0035] 4. 灵活性。采用本发明技术构建控制系统具备很高的灵活性,可以构建以 EPA 或

FF H1 为多种结构的控制网络；

[0036] 5. 兼容性。本发明的技术方案具备良好的兼容性。

附图说明

[0037] 图 1 为本发明方法采用的 EPA 到 FF H1 网关系统示意图；

[0038] 图 2 为本发明方法采用的网关硬件结构示意图；

[0039] 图 3 为 EPA 控制器以太网接口接收到报文的处理流程图；

[0040] 图 4 为 EPA 控制器第 1 串口通信模块接收到报文的处理流程；

[0041] 图 5 为本发明方法中调度转换示意图；

[0042] 图 6 为本发明一个实施例的读 / 写服务转换过程示意图；

[0043] 图 7 为本发明方法中一个实施例示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0045] 如图 1 所示, 本发明方法基于 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的网关系统实现, 使用一种拥有 EPA 和 FF H1 硬件接口的网关硬件设备, 该硬件设备包含 EPA 物理层和 FF H1 物理层, 具体地说, 是包含工业以太网接口和 FF H1 接口的硬件设备。在该硬件设备中分别植入 EPA 和 FF H1 协议栈, 即 EPA 控制器与 FF H1 模块。在 EPA 控制器中开发协议转换和统一调度软件, 实现使用 EPA 协议与使用 FF H1 协议设备之间的互联与互操作。

[0046] 如图 2 所示, EPA 到 FF H1 协议转换和调度的网关系统包括 EPA 控制器、FF H1 模块两部分, 其中: EPA 控制器, 通过以太网接口与 EPA 网段设备进行通信; FF H1 模块, 为 FF H1 网段的链路活动调度器, 控制信息在 FF H1 总线上的通信活动。FF H1 模块与 EPA 控制器通过串口进行通信。

[0047] EPA 控制器包括第 1 通信控制模块、第 1 串口通信模块及以太网接口, 其中第 1 通信控制模块运行 EPA 协议栈, 通过以太网接口连接到 EPA 网段, 通过第 1 串口通信模块连接到 FF H1 网段。

[0048] FF H1 模块包括第 2 通信控制模块、第 2 串口通信模块和 IO 端子连接器, 其中第 2 通信控制模块运行 FF H1 协议栈, 通过 IO 端子连接器连接 FF H1 现场设备; 第 2 通信控制模块通过第 2 串口通信模块与 EPA 控制器中的第 1 串口通信模块进行通信。

[0049] FF H1 模块具有两个 H1 接口, 可以同时连接两个 FF H1 网段的设备。

[0050] 本发明 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的方法通过 EPA 到 FF H1 协议转换和调度的网关系统实现其控制过程, 具体的实施过程如下:

[0051] 首先构建包含 EPA 控制器和 FF H1 模块的硬件设备, 其目的是构成 EPA 到 FF H1 硬件基础;

[0052] 在 EPA 控制器上运行 EPA 协议栈, 在 FF H1 模块上运行 FF H1 协议栈;

[0053] 然后在 EPA 控制器中实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换软件, 实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换;

[0054] 最后在 EPA 控制器中实现 EPA 到 FF H1 的统一调度软件, 实现 EPA 到 FF H1 的统一调度。

[0055] 在具体应用时,EPA 控制器负责网关系统的通信和调度,FF H1 模块负责 FF H1 网段的通信和调度。

[0056] 协议转换的作用是将接收到的 EPA 报文信息进行解包,按 FF H1 协议要求进行打包,通过第 1 串口通信模块将打包后的报文发送到 FF H1 网段;将接收到的 FF H1 网段的响应报文进行解包,按 EPA 报文格式进行打包,通过以太网接口将重新打包后的报文发送到 EPA 网段。协议转换软件实现了跨网段现场设备之间数据的透明传输。

[0057] 如图 1 所示,跨 EPA 协议和 FF H1 协议的控制网络包含两个网段:EPA 网段,包含使用 EPA 协议的设备 A 到使用 EPA 协议的设备 C;FF H1 网段,包括使用 FF 协议的设备 D 到使用 FF 协议的设备 F。非跨网段的通信和调度由 EPA 控制器和 FF H1 模块完成。而跨网段的通信由 EPA 控制器中的协议转换软件完成,跨 EPA 和 FF H1 的调度由 EPA 控制器中的统一调度软件完成。

[0058] 当设备 A 与设备 D 通信时,设备 A 按 EPA 协议规定的服务将相应的报文传递给 EPA 控制器,由 EPA 控制器解包后转发给协议转换软件,协议转换软件根据报文意义构建相应的 FF H1 报文,并且发送给 FF H1 网段。EPA 控制器等待串口数据的到来,然后将接收到的响应报文按 EPA 报文格式进行重新打包,发送给设备 A,完成双方的通信过程。

[0059] 如图 3 所示,在 EPA 控制器中实现 EPA 协议栈到 FF H1 协议栈的协议转换包括以下步骤:

[0060] 当 EPA 控制器以太网接口接收到请求报文时,对请求报文进行解包,得到服务信息报文头;

[0061] 判断该请求报文的类型;

[0062] 如果为发送到 FF H1 网段的报文,则对该请求报文进行协议转换,并重新打包;

[0063] EPA 控制器通过第 1 串口通信模块将重新打包后的报文发送到 FF H1 模块,完成一次 EPA 报文到 FF H1 报文的转换。

[0064] 如果为 EPA 本网段的报文,则按 EPA 协议栈进行处理。

[0065] 发送到 FF H1 网段的报文信息分为网络管理层报文,系统管理层报文和报文规范子层报文。

[0066] 网络管理是把数据链路层至应用层的通信协议集成起来,并监督其运行。

[0067] 系统管理主要负责与网络系统相关的管理任务。

[0068] 报文规范子层主要描述用户应用所需要的通信服务、报文格式、行为状态等。

[0069] 如图 4 所示,当 EPA 控制器通过第 1 串口通信模块接收到报文时,对接收报文进行解包,得到服务信息报文头;判断接收报文的类型;如果该接收报文数据为实时数据,则查找 EPA 控制器中的跨网段链接对象映射表,得到使用 EPA 协议栈的现场设备中功能块的链接关系;EPA 控制器组织 EPA 报文将实时数据发布给使用 EPA 协议栈的现场设备,完成一次串口通信过程。如果该报文数据类型为协议数据,则将对接收报文重新打包;通过以太网接口将重新打包后的报文发送到 EPA 网段(通常发送到 EPA 上位机)。

[0070] 跨网段链接对象映射表是指 EPA 上位机将运行 FF H1 协议的现场设备中的功能块与运行 EPA 协议的现场设备中的功能块组态后下载到 EPA 控制器中的组态关系映射表,包括:欲发布实时数据的运行 FF H1 协议栈的现场设备中的功能块索引和标识、接收 FF H1 网段实时数据的 EPA 现场设备中的功能块标识和索引、FF H1 现场设备地址、和 EPA 现场设备

地址。

[0071] 上位机,指可以直接发出操控命令的计算机,一般是 PC,屏幕上显示各种信号变化。

[0072] 功能块,是一个软件功能单元,由输入、输出、内含参数以及对这些参数进行操作的算法组成,用一个功能块位号或者一个序号来唯一标识。

[0073] 组态就是用应用软件中提供的工具、方法,完成工程中某一具体任务的过程。

[0074] 协议数据,即非实时的、突发性的报文。主要是对 EPA 上位机请求报文的响应,如读、写、初始化等服务。

[0075] 实时数据,即运行 FF H1 协议的现场设备中功能块与运行 EPA 协议的现场设备中功能块跨网段组态后,FF H1 现场设备在调度周期到来时发布到相应的 EPA 现场设备的监测数据。

[0076] 在 FF H1 协议中,使用 FF 协议的设备之间实时信息的传递需要发布 / 预定接收型 VCR。此 VCR 支持的数据通信分为三个步骤:建立连接 (Init) → 数据传输 → 解除连接 (Abort)。

[0077] 虚拟通信关系 (VCR) 是指:在 FF 总线网络中,设备之间传输信息是通过预先组态好的通信信道进行的,这些通信信道在 FF 网络中称为虚拟通信关系。

[0078] 发布 / 预定接收型 VCR 提供使用缓冲式面向连接数据传输的非确认应用层服务。

[0079] 缓冲式指功能块产生的新数据覆盖缓冲区中旧的数据,所以只有最后产生的数据能够在网络上得以传输。

[0080] 如图 5 所示,统一调度软件在本发明中的主要作用是统一 EPA 网段和 FF H1 网段的调度过程。FF H1 模块作为 FF H1 网段中的链路活动调度器 (LAS),负责 FF H1 网段中报文信息的调度。FF H1 网段的调度由强制数据 CD 报文触发,CD 由调度表进行组织,保存在 FF H1 模块中。根据 FF H1 模块中的调度表构建一个全局的 EPA 设备调度表,即使用 FF H1 协议的设备发布实时数据之后也恰好是 EPA 设备的周期数据传输周期,在 EPA 网段周期数据传输周期可实时的获得 FF H1 网段的实时数据。在 EPA 网段中,FF H1 现场设备的实时数据作为 EPA 控制器发布的周期数据发布出来,进而实现 FF H1 到 EPA 数据的发布。统一调度软件将跨网段的 FF H1 设备发布的数据进行订阅,订阅之后得到控制数据,经过协议转换软件重新打包 EPA 发布报文,然后作为 EPA 控制器的实时数据发布出去。

[0081] FF H1 网段到 EPA 网段的实时数据发布过程如下:

[0082] FF H1 模块订阅运行 FF H1 协议栈的现场设备的实时数据,运行 FF H1 协议栈的现场设备获得强制数据令牌 CD 后,将实时数据在 FF H1 网段发布。FF H1 模块部分作为 FF H1 网段的一个订阅者,FF H1 模块接收到实时数据报文后,将该报文转发到 EPA 控制器。EPA 控制器对该报文进行接收和解包,判断报文类型为实时数据,进而查找跨网段组态链接关系映射表,并按照 EPA 报文格式进行打包,在 EPA 周期报文传输阶段将实时数据报文传输到 EPA 网段。

[0083] EPA 周期报文传输结束后进入非周期报文传输阶段,EPA 控制器将突发性的非周期数据转发到 EPA 网段或者 FF H1 网段。

[0084] 周期数据是指用于工业现场的,定时更新的关键性数据。

[0085] 非周期数据是指不定时更新的非关键性数据。

[0086] 链路活动调度器 (LAS) 负责掌管 FF H1 总线段上的各设备对总线的操作,至少具备以下五种功能:向设备发送强制数据 CD(Compel Data)、向设备发送传递令牌 PT、为新入网的设备探测一个未使用的节点地址、定期向总线上发送数据链路时间和调度时间、监视设备对 PT 的响应。

[0087] FF H1 调度表包含设备地址、时间偏移量,通过该调度表,FF H1 可以完成控制过程,FF H1 调度表是 FF H1 链路活动调度器 (LAS) 发送 CD 的依据。

[0088] CD 报文是指强制数据 (compel data) 报文,由链路活动调度器 LAS 发布,收到 CD 的 FF H1 设备方可发送实时数据。

[0089] 收到 CD 的 FF H1 设备是网络中的发布者,所述发布者是指在网络中把实时数据或周期数据向外发布的设备或功能块。

[0090] 订阅者是指在网络中接收实时数据或周期数据的设备或功能块,订阅者接收发布者发布的数据,进而可以完成现场控制过程。

[0091] Pt 是指 Pass Token 令牌,该令牌由 FF H1 网段的 LAS 设备根据调度表在发送 CD 的间隔进行传递。得到该 Pt 的设备可以发布非实时通信数据。

[0092] FF H1 现场设备地址是指 FF H1 设备所拥有的用于寻址和通信的一个整数,该整数取值范围为 0-255。EPA 现场设备地址,即遵守 IP V4 协议的网络地址。

[0093] 如图 6 所示,本实施例以读 / 写服务为例,本发明实现 EPA 到 FF H1 之间的读 / 写服务的转换,可将 EPA 读 / 写服务转换成 FF H1 读 / 写服务。

[0094] 所述读 / 写服务的转换是指:由设备 A 读 / 写设备 D,先由设备 A 发布 EPA 格式的读 / 写请求服务,该读 / 写服务被本发明接收之后,由协议转换软件将数据解包、分析之后,与设备 D 建立客户 / 服务器型虚拟连接关系,然后按 FF H1 的读 / 写服务格式进行打包,并且通过统一调度软件将重新打包后的报文发送到 FF H1 网段,对设备 D 进行读 / 写操作。设备 D 返回的读 / 写响应报文转发到 EPA 控制器后,由协议转换软件将数据解包、分析之后转发给设备 A,完成读 / 写服务的转换。在此通信过程中需要统一调度软件的调度。读 / 写服务在 EPA 和 FF 现场总线中都属于非实时数据。EPA 控制器在非周期数据传输阶段发送 / 接收报文,FF H1 模块在非调度通信周期接收 / 发送报文。

[0095] 在 FF H1 协议中通常的读 / 写等服务需要客户 / 服务器型虚拟通信关系 (VCR)。此 VCR 支持的数据通信分为三个步骤:建立连接 (Init) → 数据传输 → 解除连接 (Abort)。

[0096] 客户 / 服务器型虚拟通信关系提供使用面向连接数据传输的确认性的应用层服务,这种应用关系只在两个应用进程之间建立。它是排队式的,只用于非调度的点对点通信中。同一设备既可以是客户又可以是服务器。

[0097] 读写请求报文包括设备的物理地址、设备的 OD 索引、子索引。

[0098] OD 索引是指对象字典的索引号,对象字典为设备的网络可视对象提供定义与描述。

[0099] 子索引是指操作目标在 OD 中的索引号,该索引号实际上是一个偏移量,是整形数据。

[0100] 本发明可以同时实现多个设备之间的互联与互操作。如图 7 所示,设备 D 发布数据由设备 A 订阅,设备 E 发布数据由设备 B 订阅,设备 C 读取设备 F 的 OD 0 第 0 个参数,其过程如下:

[0101] 在第一个周期数据时隙里,设备 D 得到了 CD 令牌,发布实时数据。由 FF H1 模块进行订阅,FF H1 模块将订阅信息发送到 EPA 控制器,通过本发明的协议转换软件和统一调度软件,EPA 控制器在第一个周期数据时隙内将来自设备 D 的实时信息发布,设备 A 收到经过本发明转发的来自设备 D 的实时数据。

[0102] 在第二个周期数据时隙内,设备 E 发布信息到设备 B 与第一个周期时隙类似。

[0103] 在非周期数据时隙 1 中,设备 C 发送读请求,读设备 F 的 OD 0 第 0 个参数。该请求由 EPA 控制器接收,由 EPA 控制器中的协议转换软件将报文转换成 FF H1 读请求报文后,由统一调度软件进行调度,在非周期传输时隙 1 中将转换后的请求报文发送给 FF H1 模块,FF H1 模块发布到 FF H1 网段,设备 F 收到设备 C 的读请求。在非周期数据时隙 2 中,设备 F 收到 PT 后发送读响应给 FF H1 模块,FF H1 模块将响应报文传递给 EPA 控制器,由 EPA 控制器中的协议转换软件将报文转换成 EPA 读响应报文后,由统一调度软件进行调度,在非周期传输时隙 2 中将转换后的读响应报文发送给设备 C,一个调度周期完成。

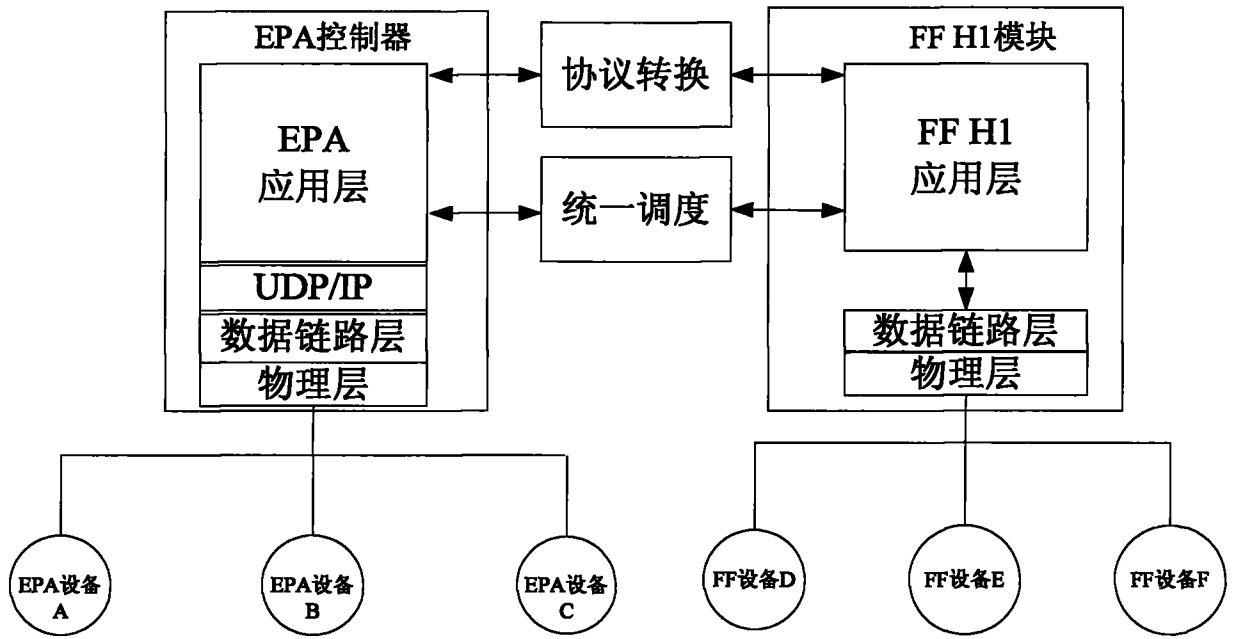


图 1

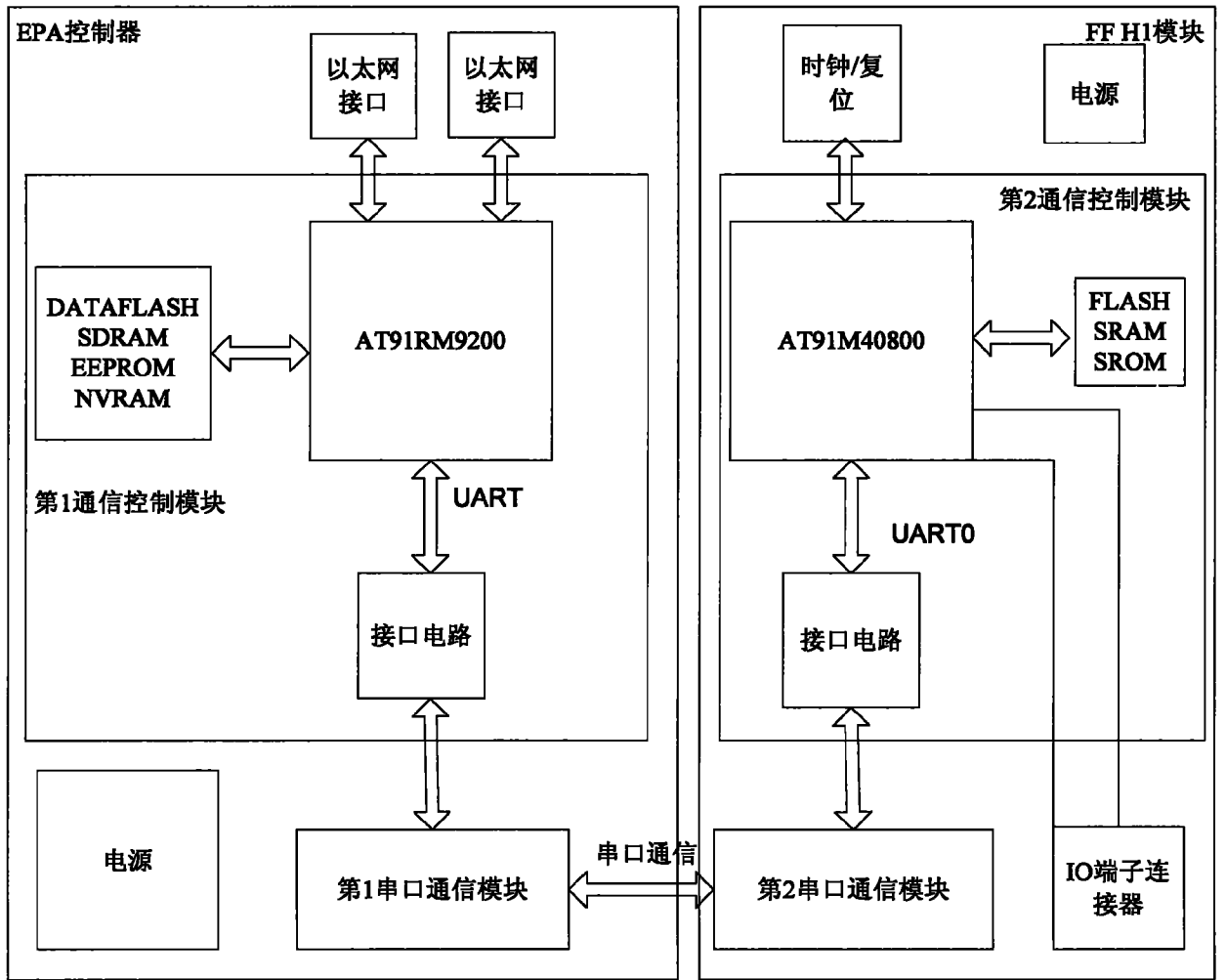


图 2

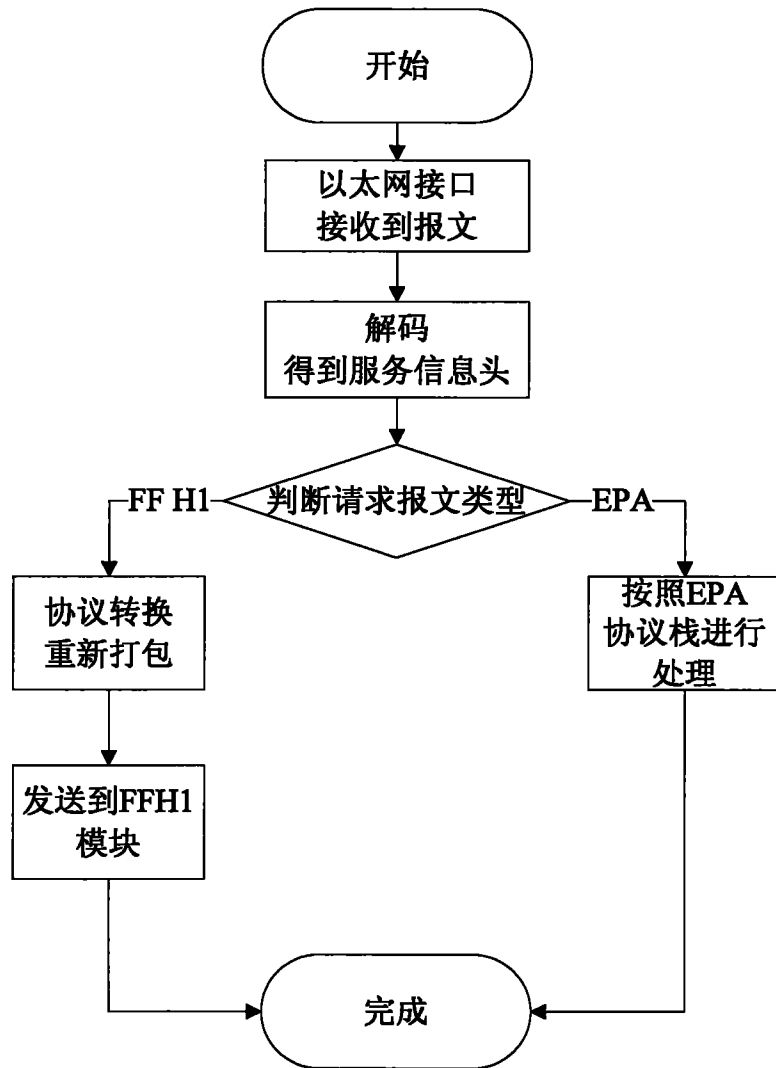


图 3

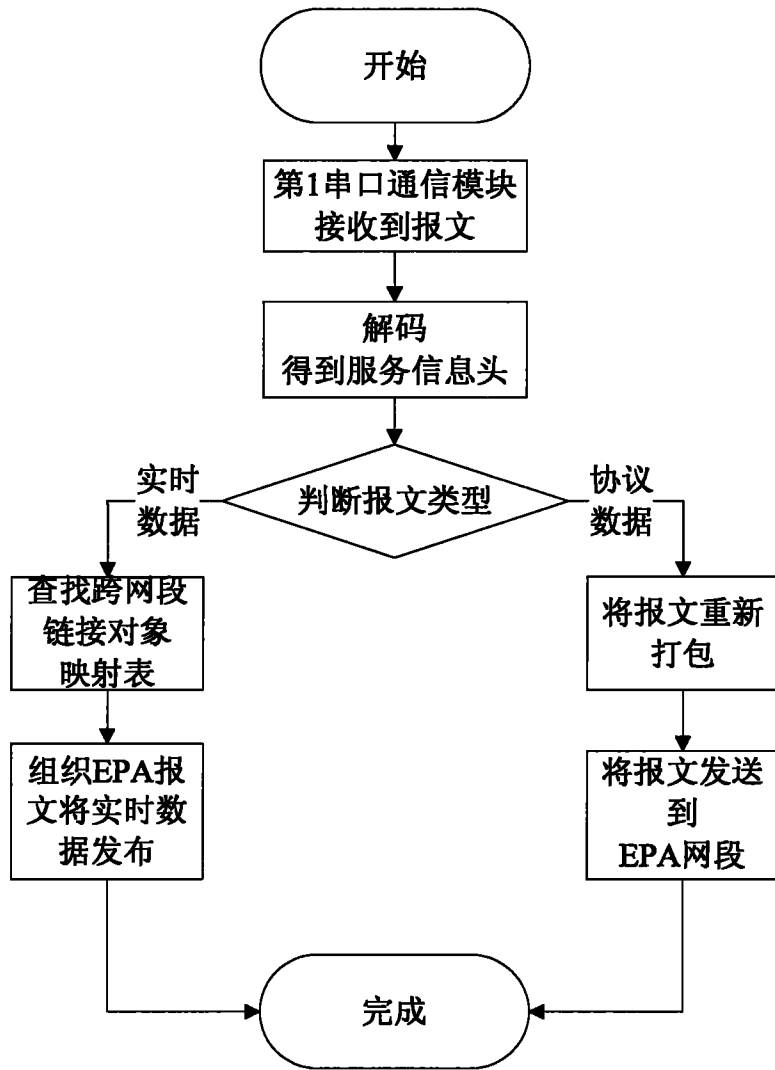


图 4

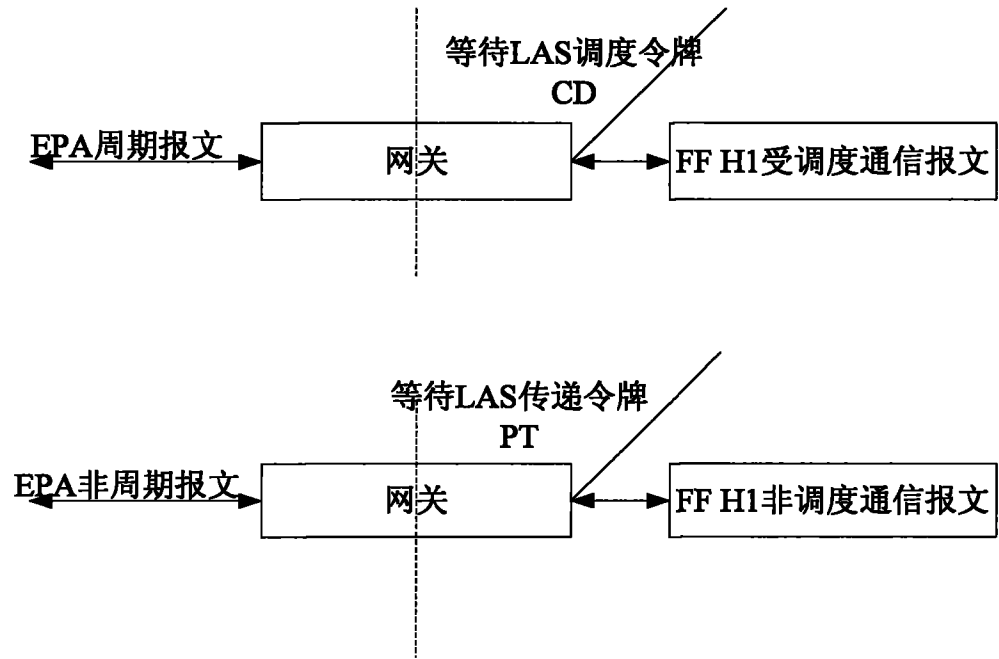


图 5

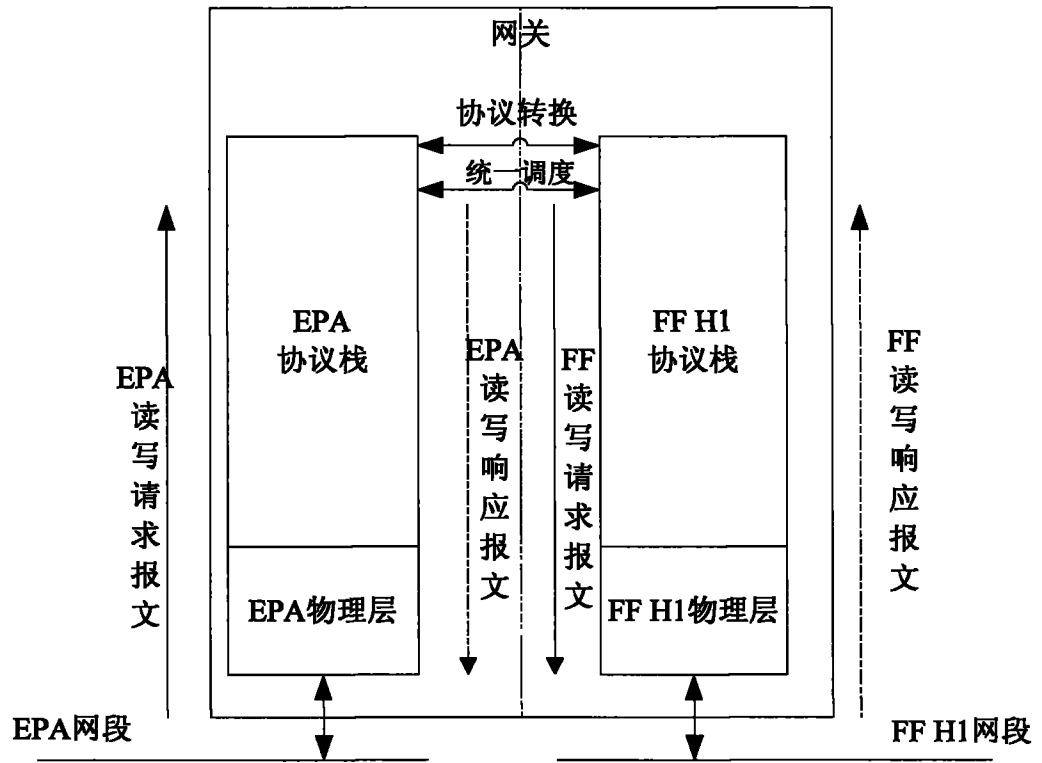


图 6

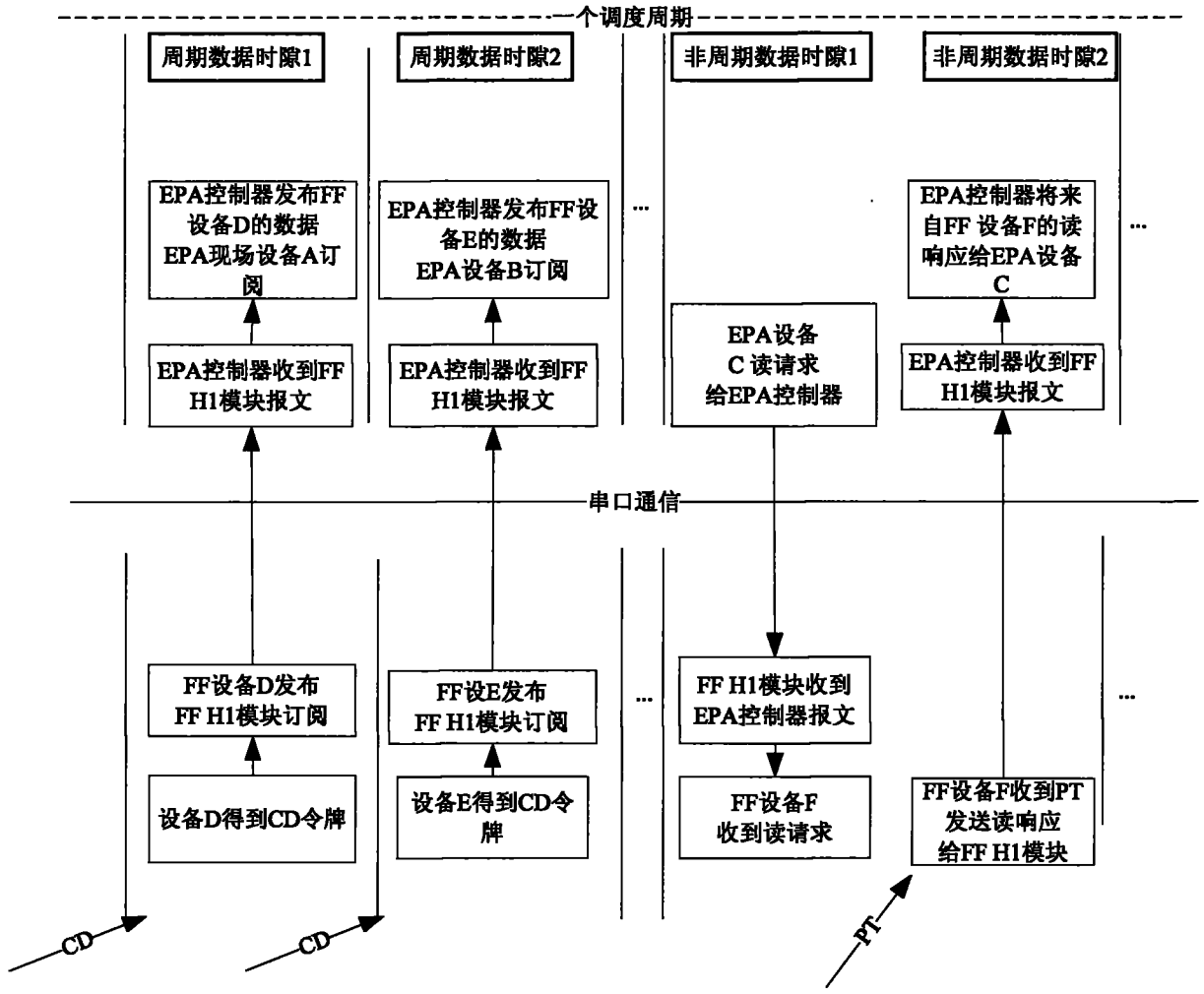


图 7