

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710151695.3

[43] 公开日 2008 年 4 月 2 日

[11] 公开号 CN 101154104A

[22] 申请日 2007.9.26

[21] 申请号 200710151695.3

[30] 优先权

[32] 2006.9.29 [33] US [31] 11/537,531

[71] 申请人 费舍 - 柔斯芒特系统股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 陈德基 马克·J·尼克松

汤姆·安纳维尔 约翰·R·谢波德

阿洛伊休斯·K·莫克

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 周艳玲 宋志强

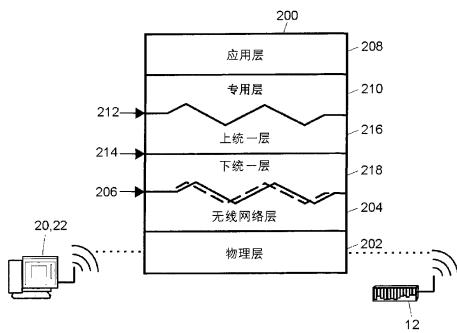
权利要求书 9 页 说明书 24 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于过程控制系统网络的统一应用编程界面

[57] 摘要

一种用于过程控制系统中的第一及第二应用编程界面之间的通信的应用编程界面模式、方法及系统，包括处理来自第一应用编程界面的数据请求的呼叫、将所述数据请求从所述第一应用编程界面转换为统一应用编程界面的一个或多个方法，以及以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法。第一统一层接收来自专用应用编程界面的传送请求，并将所述传送请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法。第二统一层以所述无线网络应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的方法。



1. 一种在过程控制系统中的第一应用编程界面与第二应用编程界面之间进行通信的方法，所述方法包括：

处理来自第一应用编程界面的数据请求的呼叫；

将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法；以及

以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

将所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法转换为所述第二应用编程界面的一个或多个方法；以及

调入带有所述统一应用编程界面的所述一个或多个转换方法的所述第二应用编程界面。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一及第二应用编程界面的其中之一包括所述过程控制系统的专用应用编程界面。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一及第二应用编程界面的其中之一包括无线网络应用编程界面。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的至少其中之一包括读取方法，用于读取来自过程控制网络中的网络节点的数据项。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的至少其中之一包括写入方法，用于将数据项写入过程控制网络中的网络节点。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的至少其中之一包括响应方法，用于响应来自过程控制网络中的网络节

点的读取请求或写入请求。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自专用应用编程界面的请求，使过程控制应用程序将过程控制配置下载到控制系统的过 程控制器；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制应用程序发布一个呼叫到统一应用编程界面的写入方法，其中所述呼叫识别所述配置数据，并识别所述过程控制器中的对象，以用于下载所述配置数据；

将所述写入方法转换为无线网络应用编程界面的方法；以及
调入带有所述转换写入方法的所述无线网络应用编程界面。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自无线应用编程界面的请求，以便将过程控制配置下载到控制系统的过 程控制器；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制器发布一个呼叫到统一应用编程界面的响应方法，其中所述呼叫调入所述控制系统的方法以实施所述过程控制配置，并识别接收自所述过程控制应用程序的所述过程控制配置数据；

将所述响应方法转换为专用应用编程界面的方法，以用于所述过程控制器；以及

调入带有所述转换响应方法的所述专用应用编程界面。

10.如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自专用应用编程界面的请求，使过程控制应用程序命令控制系统的过 程控制器更改所述控制系统的过 程控制值；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制应用程序发布一个呼叫到统一应用编程界面的写入方法，其中所述呼叫识别需要更改的过程控制值；

将所述写入方法转换为无线网络应用编程界面的方法；以及
调入带有所述转换写入方法的所述无线网络应用编程界面。

11.如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自无线网络应用编程界面的请求，以命令控制系统的过 程控制器更改所述控制系统的过 程控制值；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制器发布一个呼叫到统一应用编程界面的响应方法，其中所述呼叫转发一个呼叫到所述无线网络应用编程界面的写入方法，以更改所述控制系统的所述过 程控制值；

将所述响应方法转换为专用应用编程界面的方法，以用于所述过程控制器；
以及

调入带有所述转换响应方法的所述专用应用编程界面。

12.如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自专用应用编程界面的请求，使控制系统的过程控制器传送过 程控制数据到过 程控制应用程序；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制器发布一个呼叫到统一应用编程界面的写入方法，其中所述呼叫识别所述过 程控制数据的值；

将所述写入方法转换为无线网络应用编程界面的方法；以及
调入带有所述转换写入方法的所述无线网络应用编程界面。

13.如权利要求 1 所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自无线应用编程界面的请求，以接收来自控制系统的过 程控制器的过程控制数据；并

且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为过程控制应用程序发布一个呼叫到统一应用编程界面的响应方法，其中所述呼叫调入所述过程控制应用程序，以更新过程控制数据的显示；

将所述响应方法转换为专用应用编程界面的方法，以用于所述过程控制应用程序；以及

调入带有所述转换响应方法的所述专用应用编程界面。

14.如权利要求1所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自专用应用编程界面的请求，使控制系统的过程控制器传送告警/事件数据到过程控制应用程序；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制器发布一个呼叫到统一应用编程界面的写入方法，其中所述呼叫识别告警或事件项路径；

将所述写入方法转换为无线网络应用编程界面的方法；以及

调入带有所述转换写入方法的所述无线网络应用编程界面。

15.如权利要求1所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自无线网络应用编程界面的请求，以接收来自控制系统的过程控制器的过程告警/事件数据；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为过程控制应用程序发布一个呼叫到统一应用编程界面的响应方法，其中所述呼叫调入所述过程控制应用程序，以更新告警/事件数据的显示；

将所述响应方法转换为专用应用编程界面的方法，以用于所述过程控制应用程序；以及

调入带有所述转换响应方法的所述专用应用编程界面。

16.如权利要求1所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数

据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自专用应用编程界面的请求，使过程控制应用程序检索来自控制系统的过程控制器的数据；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为所述过程控制应用程序发布一个呼叫到统一应用编程界面的读取方法，其中所述呼叫识别需要检索的数据；

将所述读取方法转换为无线网络应用编程界面的方法；以及
调入带有所述转换读取方法的所述无线网络应用编程界面。

17.如权利要求1所述的方法，其中将来自所述第一应用编程界面的所述数据请求转换为统一应用编程界面的一个或多个方法的步骤包括：转换来自无线网络应用编程界面的请求，以检索来自控制系统的过程控制器的数据；并且以第二应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法的步骤包括：

为过程控制器发布一个呼叫到统一应用编程界面的响应方法，其中所述呼叫调入所述控制系统的方法以读取来自所述过程控制器的数据，并识别需要检索的数据；

将所述响应方法转换为专用应用编程界面的方法，以用于所述过程控制器；
以及

调入带有所述转换响应方法的所述专用应用编程界面。

18.一种用于过程控制系统中的无线网络的通信层，所述通信层包括：

第一统一层，所述第一统一层通信连接到所述过程控制系统的专用应用编程界面及通信连接到统一应用编程界面，所述第一统一层被安排接收来自所述专用应用编程界面的传送请求，并被安排将所述传送请求转换为所述统一应用编程界面的一个或多个方法；以及

第二统一层，所述第二统一层通信连接到所述无线网络的应用编程界面及通信连接到所述统一应用编程界面，所述第二统一层被安排以所述无线网络应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的方法。

19.如权利要求 18 所述的通信层，其中所述第二统一层被安排将所述统一应用编程界面的方法转换为所述无线网络应用编程界面的方法，并进一步被安排将所述转换方法调入所述无线网络应用编程界面。

20.如权利要求 18 所述的通信层，其中所述过程控制系统中的所述无线网络包括局域控制网络，其中所述第一统一层被安排接收来自由过程控制应用程序和过程控制器组成的组合的至少其中之一的所述专用应用编程界面的传送请求。

21.如权利要求 18 所述的通信层，其中所述统一应用编程界面包括读取方法及写入方法，其中所述第一统一层被安排将所述传送请求转换为一个或多个所述读取及写入方法，并且所述第二统一层被安排以所述无线网络应用编程界面来实施所述一个或多个所述读取及写入方法。

22.如权利要求 18 所述的通信层，其中所述第二统一层进一步被安排通过所述无线网络应用编程界面，接收来自所述过程控制系统中的节点的存取请求，并被安排将所述统一应用编程界面的一个方法调入所述第一统一层，并且所述第一统一层进一步被安排实施由所述第二统一层调用的所述统一应用编程界面的所述方法。

23.如权利要求 22 所述的通信层，其中所述统一应用编程界面包括响应方法，其中所述第二统一层被安排将所述存取请求转换为所述响应方法，并且所述第一统一层被安排以所述专用应用编程界面来实施所述响应方法。

24.如权利要求 22 所述的通信层，其中所述第一统一层被安排转换由所述第二统一层调用的所述统一应用编程界面的所述方法，并进一步被安排将所述转换方法调入所述专用应用编程界面。

25.一种在过程设备中的过程控制系统，所述过程控制系统包括：

 无线网络，所述无线网络操作地连接到所述第一过程控制节点及操作地连接到所述第二过程控制节点，所述无线网络包括无线网络应用编程界面，并被安排促成所述过程控制系统中的过程控制节点之间的通信；

 第一过程控制节点，所述第一过程控制节点带有第一网络通信设备以便通

过所述无线网络来更换数据，其中所述第一网络通信设备包括专用应用编程界面、所述无线网络应用编程界面及第一统一应用编程界面，所述第一统一应用编程界面带有读取方法、写入方法及响应方法，其中所述第一通信设备适合通过所述专用应用编程界面来接收传送请求，适合将所述传送请求转换为由所述读取方法及所述写入方法组成的组合的至少其中之一，及适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述一个或多个方法；以及

第二过程控制节点，所述第二过程控制节点带有第二网络通信设备以便通过所述无线网络来更换数据，其中所述第二网络通信设备包括所述专用应用编程界面、所述无线网络应用编程界面及第二统一应用编程界面，所述第二统一应用编程界面带有所述读取方法、所述写入方法及所述响应方法，其中所述第二网络通信设备适合接收由所述第一过程控制节点的所述传送请求产生的来自所述无线网络应用编程界面的存取请求，适合将所述存取请求转换为所述响应方法，及适合在所述专用应用编程界面中实施所述响应方法。

26.如权利要求 18 所述的系统，其中所述第一过程控制节点包括过程控制应用程序，而所述第二过程控制节点包括过程控制器。

27.如权利要求 18 所述的系统，其中所述无线网络包括无线局域控制网络。

28.如权利要求 18 所述的系统，其中所述传送请求包括将过程控制配置从所述第一过程控制节点下载到所述第二过程控制节点的请求，其中所述第一网络通信设备适合将所述请求转换为所述写入方法，并适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述写入方法。

29.如权利要求 18 所述的系统，其中所述传送请求包括命令将过程控制值从所述第一过程控制节点更改到所述第二过程控制节点的请求，其中所述第一网络通信设备适合将所述请求转换为所述写入方法，并适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述写入方法。

30.如权利要求 18 所述的系统，其中所述传送请求包括将有关所述过程控制系统中的实体状况的过程控制数据从所述第一过程控制节点传送到所述第二过程控制节点的请求，其中所述第一网络通信设备适合将所述请求转换为所述

写入方法，并适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述写入方法。

31.如权利要求 18 所述的系统，其中所述传送请求包括将告警或事件从所述第一过程控制节点传送到所述第二过程控制节点的请求，其中所述第一网络通信设备适合将所述请求转换为所述写入方法，并适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述写入方法。

32.如权利要求 18 所述的系统，其中所述传送请求包括从所述第一过程控制节点读取来自所述第二过程控制节点的请求，其中所述第一网络通信设备适合将所述请求转换为所述读取方法，并适合在所述无线网络应用编程界面中实施所述读取方法。

33.一种在过程控制系统中的请求过程与服务过程支持通信之间的通信方法，所述方法包括：

发布，由所述请求过程通过第一应用编程界面，为第一过程控制节点发布第一呼叫到传送请求；

发布，由所述请求过程通过第一应用编程界面，为第一过程控制节点发布第二呼叫到统一应用编程界面的第一方法，以响应所述向传送请求发布的第一呼叫；

实施，由所述请求过程在第二应用编程界面中实施所述统一应用编程界面的所述第一方法；

发布，由所述请求过程通过所述第二应用编程界面，为第二过程控制节点发布存取请求到所述服务过程，以响应所述第一方法的实施；

发布，由所述服务过程通过所述第二应用编程界面，发布第三呼叫到所述统一应用编程界面的第二方法，以响应所述存取请求的接收；以及

实施，由所述服务过程在所述第一应用编程界面中为所述第二过程控制节点实施所述统一应用编程界面的所述第二方法。

34.如权利要求 33 所述的方法，其中“发布，由所述请求过程通过第一应用编程界面，为第一过程控制节点发布第二呼叫到统一应用编程界面的第一方法，以响应所述向传送请求发布的第一呼叫”的步骤包括：发布，由所述请求

过程发布呼接到所述统一应用编程界面的读取方法，以响应所述向传送请求发布的第一呼叫。

35.如权利要求 33 所述的方法，其中“发布，由所述请求过程通过第一应用编程界面，为第一过程控制节点发布第二呼接到统一应用编程界面的第一方法，以响应所述向传送请求发布的第一呼叫”的步骤包括：发布，由所述请求过程发布呼接到所述统一应用编程界面的写入方法，以响应所述向传送请求发布的第一呼叫。

36.如权利要求 33 所述的方法，其中“发布，由所述服务过程通过所述第二应用编程界面，发布第三呼接到所述统一应用编程界面的第二方法，以响应所述存取请求的接收”的步骤包括：发布，由所述服务过程通过所述第二应用编程界面，发布呼接到所述统一应用编程界面的响应方法，以响应所述存取请求的接收。

37.如权利要求 33 所述的方法，其中“实施，由所述请求过程在第二应用编程界面中实施所述统一应用编程界面的所述第一方法”的步骤包括：

转换，由所述请求过程将所述统一应用编程界面的所述第一方法转换为所述第二应用编程界面的方法；以及

调入，由所述请求过程将所述第二应用编程界面的所述方法调入所述第二应用编程界面。

38.如权利要求 33 所述的方法，其中“实施，由所述服务过程在所述第一应用编程界面中为所述第二过程控制节点实施所述统一应用编程界面的所述第二方法”的步骤包括：

转换，由所述服务过程将所述统一应用编程界面的所述第二方法转换为所述第一应用编程界面的方法；以及

调入，由所述服务过程将所述第一应用编程界面的所述方法调入所述第一应用编程界面。

用于过程控制系统网络的统一应用编程界面

技术领域

本公开总体上涉及过程设备中的过程控制系统，尤其涉及过程控制系统网络中的无线界面。

背景技术

过程控制系统广泛地用于制造产品或控制过程（例如化学品制造、发电厂控制等等）的工厂及/或车间。过程控制系统也用于自然资源的开采，比如石油及天然气钻探及处理过程等等。实质上，任何制造过程、资源开采过程等等，可以通过一个或多个过程控制系统的应用而得以自动化。相信所述过程控制系统最终也将更广泛地用于农业。

过程控制系统——如那些用于化学、石油、或其他过程的过程控制系统——典型地包括一个或多个集中式或分散式过程控制器，集中式或分散式过程控制器通过模拟总线、数字总线或模拟/数字混合总线，与至少一个主机或操作员工作站及与一个或多个过程控制及仪器设备（比如现场设备）通信连接。现场设备可能是阀、阀定位器、开关、传送器及传感器（例如温度传感器、压力传感器及流率传感器），它们在过程中发挥功能，如开启或关闭阀及测量过程参数。所述过程控制器接收所述现场设备所进行的或与所述现场设备有关的过程测量或过程变量的信号及/或关于现场设备的其他信息，并使用这些信息来实施控制例程，然后产生控制信号并通过一个或多个所述总线传送至所述现场设备，以控制过程的操作。来自现场设备和控制器的信息一般由一个操作员工作站执行的一种或多种应用程序，使操作员能够执行针对过程所需要的功能，例如观察所述过程的当前状态、修正所述过程的操作等等。

所述过程设备中的多种设备可以在物理及/或逻辑组中互连，以创建一个逻辑过程，比如一个控制环路。同样地，一个控制环路可以与其他控制环路及/或设备互连，以创建一个单元，而一个单元接着可以与其他单元互连，以创建一个区。过程设备一般包括互连区，而商业实体一般包括可以互连的过程设备。因此，一个过程设备包括带有互连资产的多级的层次，而一个企业可能包括互连过程设备。换句话说，与一个过程设备有关的资产或多个过程设备可以组合在一起，以构成较高级的资产。

过程控制系统的实施方式经过多年，已经有了进展。旧时的过程控制系统典型地以专用、集中式硬件及固定式连接来实施。然而，现代的过程控制系统却是典型地以高度分布的工作站、智能控制器、智能现场设备及类似设备的网络来实施，这些设备的其中一些或全部设备可以执行一个整体过程控制策略或方案的一部分。明确地说，大多数过程控制系统包括智能现场设备及其他过程控制组件，这些智能现场设备及其他过程控制组件通过一个或多个数字数据总线，彼此通信连接及/或通信连接到一个或多个控制器。除了智能现场设备之外，现代的过程控制系统也可以包括模拟现场设备，比如4-20 mA设备、0-10 伏特直流电（VDC）设备等等，这些模拟现场设备典型地直接连接到控制器，而不是通过共用数字数据总线或同类物连接到控制器。

在一个典型的工业或过程设备中，一个分布式控制系统（DCS）用于控制许多在所述设备执行的工业过程。所述设备可能有一个集中式控制室，集中式控制室中有一个计算机系统，该计算机系统带有用户输入/输出（I/O）、一个盘输入/输出及其他外围设备，在计算机领域中广为人知的是，这些外围设备有一个或多个过程控制器及过程输入/输出子系统通信连接到所述集中式控制室。此外，一个或多个现场设备典型地连接到所述输入/输出子系统及连接到所述过程控制器，以便在所述过程设备中实施控制及测量活动。在所述过程输入/输出子系统可以包括连接到遍及所述过程设备的多个现场设备的多个输入/输出端口的同时，所述现场设备可以包括多种类别的分析

设备、硅压力传感器、电容式压力传感器、电阻式温度检测器、热电耦连接器、应变仪、限位开关、开关式开关、流量变送器、压力变送器、电容级开关、重量秤、变换器、阀定位器、阀控制器、执行器、螺线管、指示灯或任何其他典型地用于过程设备的装置。

如这里所使用的一样，所述术语“现场设备”包含这些设备以及任何其他在一个控制系统中执行功能的设备。无论如何，现场设备可以包括（例如）输入设备（例如提供指示过程控制参数（比如温度、压力、流率等等）的状况信号的传感器）以及响应从控制器及/或其他现场设备接收的命令而执行动作的控制操作器或执行器。

传统上，模拟现场设备通过双绞线电流环路连接到控制器，而每个设备通过一个单一的双绞线连接到控制器。模拟现场设备能够响应特定范围中的一个电气信号或在一个特定范围内传送一个电气信号。在一个典型的配置中，所述双绞线的两条线之间的电压差大约为 20-25 伏特(V)，并且 4-20 mA 的电流流经所述环路很平常。传送一个信号到所述控制室的一个模拟现场设备调整流经所述电流回路的电流，而所述电流与所述第二过程变量成比例。

在历史上，大多数传统的现场设备有一个单一输入或一个单一输出与由所述现场设备执行的主要功能直接有关。例如，一个传统模拟电阻式温度传感器执行的唯一功能是通过调整流经所述双绞线的电流来传送温度信号，而一个传统模拟阀定位器执行的唯一功能是根据流经所述双绞线的电流的大小来将一个阀定位在一个完全开启及一个完全关闭的位置之间的某处。

最近，作为混合系统的部分的现场设备可以将数字数据叠加在用于传送模拟信号的电流环路上。一个这样的混合系统在控制领域中被称为可寻址远程传感器高速通道(HART)协议。所述 HART 系统利用电流环路中的电流大小来发送模拟控制信号或接收测得的过程变量(如传统系统)，但还在所述电路环路信号上叠加一个数字载频信号。这使得双向现场通信能够发生，并使得普通过程变量以外的附加信息能够传送到一个智能现场仪器或从一个智能现场仪器传送。一般上，所述数字载频信号用于传送二次及诊断信息，

并用于实现所述现场设备的主要控制功能。通过所述数字载频信号提供的信息的范例包括二次过程变量、诊断信息（包括传感器诊断、设备诊断、布线诊断及过程诊断）、操作温度、传感器温度、校准信息、设备识别号、构建材料、配置及编程信息等等。因此，一个单一的混合现场设备可以有多种输入/输出数据点产生多种输入/输出变量，而且可以实施多种功能。

最近，一个较新的控制协议已经由美国设备协会（Instrument Society of America, ISA）定义。所述新协议一般称为 Fieldbus（现场总线），而且明确地称为 SP50，SP50 是 Standards and Practice Subcommittee 50（标准及实施分委员会 50）的缩略。Fieldbus 是一个非专用的开放标准，而且目前在工业领域很普遍，因此，许多类别的 Fieldbus 设备已经被开发并用于过程设备。由于 Fieldbus 设备（比如 HART 及 4-20 mA 设备）的使用是加于其他类别的现场设备之上，这些不同类别设备中每种类别的设备有一个单独的支持及输入/输出通信结构。

较新的智能现场设备典型地都是数字性质，它们具有不能从较陈旧的控制系统存取或不能与较陈旧的控制系统兼容的维护模式及加强功能。即使是一个分布式控制系统的所有组件遵守相同标准（比如 Fieldbus 标准），一个制造商的控制设备不一定能够存取由另一个制造商的现场设备提供的二次功能或二次信息。

因此，过程控制系统设计的一个特别重要的方面涉及现场设备通信彼此相互通信连接、与控制器及与一个过程控制系统或一个过程设备中的其他系统或设备通信连接的方式。一般上，使得所述现场设备能够在所述过程控制系统中发挥功能的所述多种通信频道、链路及路径一般统称为一个输入/输出（I/O）通信网络。在一个过程控制系统中的多种系统、设备及组件之间的过程控制信息的传送的一个发展是用于过程控制的对象链接和嵌入（OLE）（OPC），用于过程控制的对象链接和嵌入（OPC）提供一个机制，可消除对在一个过程控制系统的系统、设备及组件之间传输实时过程控制数据的单独专用通信软件驱动器的需要。广为人知的是，用于过程控制的对象

链接和嵌入 (OPC) 基于微软 (Microsoft) 对象链接和嵌入 (OLE) 技术，其为构成一个过程控制系统的多种系统、设备及组件提供一个通用界面。用于过程控制的对象链接和嵌入 (OPC) 进一步定义一个应用编程界面 (API)，以供不同的过程控制系统交换信息。因此，用于过程控制的对象链接和嵌入 (OPC) 已经作为一个工业标准用于过程控制系统内及过程控制系统间的输入/输出通信。典型地，所述过程控制系统的每种所述系统、设备及组件包括一个用于过程控制的对象链接和嵌入 (OPC) 通信层，因此使用一个通用的标准化语言，以便传输过程控制信息。

此外，用于实施一个输入/输出通信网络的通信网络拓扑及物理连接或路径对现场设备通信的鲁棒性或完整性可能有重大的影响，尤其是在所述输入/输出通信网络受与所述过程控制系统有关的环境因素或条件影响时，更是如此。例如，许多工业控制应用使现场设备及它们的相关输入/输出通信网络受苛刻的物理环境（例如高、低或高度变化的环境温度、振动、腐蚀性气体或液体等等）、艰难的电气环境（例如高噪音环境、低劣电能品质、瞬变电压等等）的影响。无论如何，环境因素会危及一个或多个现场设备、控制器等等之间的通信的完整性。在有些情况下，这种受危机的通信可能妨碍所述过程控制系统以有效或适当方式执行其控制例程，这可能导致过程控制系统的效率及/或收益性缩减，设备过度磨损或损坏，可能损坏或毁坏设备、建筑结构、环境及/或人员的危险情况等等。

为了减低环境因素的影响及确保一个坚固的通信路径，历史上，过程控制系统中的输入/输出通信网络一直是固定网络，其布线封闭在环境保护材料（比如绝缘体、屏蔽及管道）中。此外，这些过程控制系统中的现场设备典型地一直是使用一个固定层次拓扑，通信连接到控制器、工作站及其他过程控制系统组件，其中非智能现场设备使用模拟接口（比如 4-20 mA、0-10 VDC 固定接口及/或输入/输出板），直接地连接到控制器。智能现场设备，比如 Fieldbus 设备，也通过固定数字数据总线连接，而固定数字数据总线通过智能现场设备接口连接到控制器。

虽然固定输入/输出通信网络最初可以提供一个鲁棒的输入/输出通信网络，但它们的鲁棒性可能因环境压力（例如腐蚀性气体或液体、振动、湿度等等）而随着时间退化。例如，与所述输入/输出通信网络布线有关的接触电阻可能由于腐蚀、氧化及类似情况而大幅度增加。此外，布线绝缘及/或屏蔽可能退化或失效，因而导致环境电气干涉或噪音可能更容易地破坏通过所述输入/输出通信网络线传送的信号的情况。在有些情况下，失效的绝缘可能导致短路情况而造成所述相关输入/输出通信线完全失效。

附加地，固定输入/输出通信网络的安装典型地非常昂贵，尤其是在所述输入/输出通信网络涉及大工厂或分布在一个相对大的地理范围的车间时（例如使用以数英亩计的土地的炼油厂或化学品厂），更是这样。在许多情况下，与所述输入/输出通信网络有关的布线必须跨越长距离及/或通过、下通或绕过许多结构物（例如墙、建筑物、设备等等）。这种长布线典型地涉及大量的人力、材料及费用。此外，这种长布线特别容易因接线阻抗而受信号退化的影响及特别容易受耦合电气干涉的影响，这两种情况会导致不可靠通信。

此外，这些固定输入/输出通信网络在需要修改或更新时一般难于重配置。添加一个新的现场设备典型地需要在所述新现场设备及一个控制器之间安装接线。以这种方式翻新一个过程设备可能非常困难及昂贵，这是由于长布线及空间制约经常存在于较陈旧的过程控制设备及/或系统。导管、设备及/或沿可用布线路径穿插的结构物中的接线数目多可能大幅度地增加翻新或添加现场设备到一个现有系统的难度。在必须安装更多及/或不同的接线来接纳一个带有不同现场布线要求的新设备的情况下，以新设备来调换现有现场设备可能带来相同的难题。这种修改可能经常导致长时间的工厂停工。

无线输入/输出通信网络已经被用来缓和涉及固定输入/输出网络的有些困难。例如，由 Shepard 等人在 2005 年 6 月 17 日提交、标题为“用于过程控制系统的无线结构及支持（Wireless Architecture And Support For Process Control Systems）”、其内容在此通过引用被明确地并入本发明的美国

11/156,215 号专利 (U.S. Patent No. 11/156,215) 揭示，相对不昂贵的无线网格网络可以单独地或结合点到点通信配置在过程控制系统，以提供一个可以容易地装配、配置、更改及监测的鲁棒的无线通信网络，从而使得所述无线通信网络更鲁棒、更便宜及更可靠。

在一个实例中，无线网络可以用于工作站与控制器之间的局域控制网络，而且可以像有线局域控制网络那样开发。所述局域控制网络开发为所述过程控制系统的部分，而且支持控制所述过程的控制器与配置及监测所述过程的工作站之间的通信。中间件被定义及实施来钩住所述过程控制系统的软件系统及所述局域控制网络的相关网络，而所述过程控制系统及所述相关网络根据所述中间件来开发。所述过程控制系统一般使用所述网络之间的专用通信，包括专用应用编程层。所述局域控制网络典型地是所述过程控制系统结构的部分，并且确定在下通信层的标准网络协议及包含专用上层，以便与所述过程控制系统的其余部分合并。

然而，用于局域控制网络的所述网络可能不容易以不同类别的网络取代，不论是其硬件或软件。明确地说，由于所述过程控制系统是根据所述局域控制网络的标准来开发，所述局域控制网络中的变更可能需要从所述专用层到所述无线层重写或重设计用于所述控制系统的软件。这在开发无线局域控制网络时变得麻烦，这是由于有许多为不同目的而创建的不同无线标准，而每个无线标准都可能用于所述局域控制网络。例如，如果引进不同无线标准，不论是通过附加的网络、升级或替换，都可能需要为所述过程控制系统的全部或部分重写或重设计软件。能够在一个过程控制系统中使用不同的无线标准及/或升级现有无线网络或以使用不同的无线标准的其他无线网络来替换现有无线网络，将有益处。

发明内容

在第一应用编程界面及第二应用编程界面之间进行通信，是通过在所述第一及第二应用编程界面之间提供统一应用编程界面来促成。来自所述第一

应用编程界面的提出数据请求（比如一个传送请求或一个存取请求）的呼叫被处理，并从所述第一应用编程界面被转换为所述统一应用编程界面的一个或多个方法。所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法，以所述第二应用编程界面来实施。

所述第一应用编程界面及所述第二应用编程界面可以分别相应于所述过程控制系统的专用应用编程界面及无线网络的无线网络应用编程界面，反之亦然。所述无线网络可以是用于局域控制网络的相关网络。通信连接到所述专用应用编程界面并通信连接到所述统一应用编程界面的第一统一层接收所述请求，并将所述请求转换为所述统一应用编程界面的所述一个或多个方法。通信连接到所述无线网络应用编程界面并通信连接到所述统一应用编程界面的第二统一层，以所述无线网络应用编程界面来实施所述统一应用编程界面的所述方法。

所述统一应用编程界面的所述方法可以包括一个小集合的方法，比如读取方法、写入方法及响应方法。可以通过将所述统一应用编程界面方法转换为其他应用编程界面的方法，并调入带有所述转换方法的所述其他应用编程界面，从而以所述其他应用编程界面来实施所述方法。所述读取、写入及响应方法可以用于过程控制器与工作站或工作站应用程序之间的局域控制网络中的大多数通信，包括配置下载/上载、控制命令、监测、告警/事件及信息检索。

所述统一应用编程界面可以以任何无线标准来实施。不同无线标准可以用于相关无线网络，而且可以以带有其他无线标准的无线网络替换，而不需要改变所述过程控制系统或所述无线网络的软件，比如所述专用应用编程界面或所述无线网络应用编程界面。例如，通过注入所述两个统一层，新的无线网络可以通过仅仅替换下统一层来实施，而且所述统一应用编程界面与所述新的无线网络应用编程界面配合。所述统一应用编程界面、所述上统一层及所述专用应用编程界面保持原状。同样地，所述过程控制系统可以被替换或在不需要变更所述统一应用编程界面、所述下统一层及所述无线网络应用

编程界面的情况下，通过变更所述上统一层来升级。

附图说明

图 1 为一个过程设备的一个原理图，其图示在一个过程设备中实施的设备及命令的一个层级结构范例。

图 2A 及 2B 为原理图，它们图示配置在一个过程控制系统中的无线网络。

图 3 为通信层的一个原理图，其图示通信层为一个过程控制节点实施一个统一应用编程界面。

图 4 为一个顺序图，其图示所述统一应用编程界面的一个读取方法。

图 5 为一个顺序图，其图示所述统一应用编程界面的一个写入方法。

具体实施方式

现在参看图 1，一个过程设备 10 包括一个分布式过程控制系统，该分布式过程控制系统有一个或多个控制器 12，每个控制器 12 通过输入/输出设备或卡（其可以是 Fieldbus 接口、Profibus 接口、HART 接口、标准 4-20 mA 接口等等），连接到一个或多个现场设备 14 及 16。所述控制器 12 也通过一个数据高速通道 24（其可以是一个无线局域控制网络），连接到一个或多个主机或操作员工作站 20 及 22。一个数据库 28 可以连接到所述无线网络 24 并操作作为一个历史数据库，以采集及存储与所述过程设备 10 中的所述控制器 12 及现场设备 14 及 16 有关的参数、状况及其他数据。附加地或可选择地，所述数据库 28 可以操作作为一个配置数据库，存储所述过程设备 10 中的所述过程控制系统的当前配置，如下载到及存储在所述控制器 12 及现场设备 14 及 16 的那样。虽然所述控制器 12、所述输入/输出卡及所述现场设备 14 及 16 典型地位于及分布于整个有时苛刻的设备环境中，但所述操作员工作站 20 及 22 及所述数据库 28 一般位于控制室或管理人员或维护人员可容易接近的较不苛刻的环境中。

应该清楚，每个所述控制器 12（其可以是由费舍•柔斯芒特系统有限公司（Fisher Rosemount System, Inc.）出售的 DeltaV™ 控制器）存储及执行一个控制器应用程序，该控制器应用程序使用任何数目的不同的、独立执行的控制模块或块来实施一个控制策略。每个所述控制模块可以由功能块（一般称谓）构成，其中每个功能块是一个整体控制例程的一个部分或一个子例程，而且与其他功能块协同操作（通过被称为“链接”的通信），以便在所述过程设备 10 中实施过程控制回路。应该理解，功能块可能但不一定是一个面向对象的编程协议中的对象，其典型地执行一个输入功能（比如与变送器、传感器或其他过程参数测量设备有关的输入功能）、一个控制功能（比如与执行比例积分微分（PID）、模糊逻辑等控制）、或控制某种设备（比如阀）一个输出功能的其中之一，以便在所述过程设备 10 中执行某种物理功能。当然，存在混合及其他类别的复杂功能块，比如模型预测控制器（MPC）、优化器等等。虽然所述 Fieldbus 协议及所述 DeltaV 系统协议使用设计及实施在一个面向对象的编程协议的控制模块及功能块，所述控制模块可以设计成使用任何期望的控制编程方案，包括（例如）顺序功能图、梯形逻辑等等，而且并不限于使用所述功能块或任何其他特定编程技术来设计及实施。

在图 1 所示的设备 10 中，连接到所述控制器 12 的所述现场设备 14 及 16 可以是标准 4-20 mA 设备、可以是包括一个处理器及一个存储器的智能现场设备（比如 HART、Profibus 或 FOUNDATION® Fieldbus 现场设备），或可以是任何期望类别的现场设备。这些设备中的有些设备，比如 Fieldbus 现场设备（在图 1 中以附图标记 16 标注），可以存储及执行与所述控制器 12 中实施的控制策略有关的模块或子模块（比如功能块）。广为人知的是，功能块可以布置在两个不同的 Fieldbus 现场设备 16 中，所述功能块可以与所述控制器 12 中的所述控制模块的执行同时执行，以实施一个或多个过程控制回路。当然，所述现场设备 14 及 16 可以是任何类别的设备，比如传感器、阀、变送器、定位器等等，而所述输入/输出设备可以是任何类别的、符合任何期望通信或控制器协议（比如 HART、Fieldbus、Profibus 等等）的

输入/输出设备。

此外，以已知方式，一个或多个所述工作站 20 及 22 可以包括用户界面应用程序，以使用户（比如操作员、配置工程师、维护人员等等）能够与所述过程设备 10 中的所述过程控制网络连接。明确地说，所述工作站 22 可以包括一个或多个用户界面应用程序，所述用户界面应用程序可以在所述工作站 22 中的一个处理器上执行，以便与所述数据库 28、所述控制模块或所述控制器 12 或输入/输出设备中的其他例程进行通信，以及与所述现场设备 14 及 16 及这些现场设备中的模块等进行通信，以便从所述过程设备获得信息，比如涉及所述过程控制系统正在进行中的状态的信息。所述用户界面应用程序可以在与所述工作站 20 及 22 中的一个或多个工作站有关的一个显示设备上处理及/或显示这些采集得的信息。所述采集、处理及/或显示的信息可以是（例如）过程状态信息、过程设备中产生的告警及警报、维护数据等等。同样地，一个或多个应用程序可以存储在所述工作站 20 及 22 并在所述工作站 20 及 22 执行，以便在所述过程设备中执行配置活动（比如创建或配置需在所述过程设备中执行的所述模块），执行控制操作员活动（比如更改设定点或其他控制变量）等等。当然，例程的数目及类别并未受在此提供的描述的任何限制，而且如果需要，其他数目及类别的过程控制相关例程可以在所述工作站 20 及 22 存储及实施。所述工作站 20 及 22 也可以通过（例如）互联网 30、外部网、总线、以太网等等，连接到一个公司广域网（WAN）32，以及连接到一个计算机系统 34，该计算机系统 34 从远程位置监测所述过程设备 10 或从远程位置与所述过程设备 10 进行通信。虽然本公开始终以所述工作站 20 及 22 为参考进行阐述，但应该理解，每个工作站 20、22 可以执行多种过程控制应用程序。因此，对所述工作站 20 及 22 的功能（例如请求、传送、数据接收等等）的提及，可以是指由所述工作站 20 及 22 执行的一个或多个应用程序。应该进一步理解的是，所述工作站 20 及 22 并不限于任何特定机器或计算机，而且所述工作站 20 及 22 的功能可以分布于多个计算器、服务器或其他计算设备之中。

使用上述过程控制系统，所述控制器 12 可以用于控制所述设备 14、16，而所述工作站可以用于发布控制策略及命令到所述控制器 12。此外，可以通过在所述工作站 20、22 接收来自所述控制器 12 的过程控制数据、告警/事件数据或任何其他状况信息，监测所述设备 14、16 或所述控制系统中的其他实体的状况。所述局域控制网络 24 上的数据业务可以分类为以下群组：配置下载/上载、控制、监测、告警/事件及信息检索。例如，在涉及过程控制配置的通信中，所述控制器 12 中的控制策略可以在所述工作站 20 及 22 配置，并使用一个或一系列的写入，下载到所述控制器 12。控制策略也可以从所述控制器 12 接收，作为对所述工作站 20 及 22 的一个上载。对于控制通信，所述工作站 20 及 22 可以发布命令到所述控制器 12，以更改所述过程控制系统中的一个过程控制值，比如一个过程控制环路的一个设定点。对于监测通信，所述控制器 12 可以定期地传送实时过程控制数据到所述工作站 20 及 22，以便让操作员或其他人员甚至是所述工作站 20 及 22 上的应用程序能够监测一个设备 14、16 或其他过程控制实体。对于告警/事件通信，所述控制器 12 传送从所述控制系统的告警及事件到所述工作站 20 及 22。对于信息检索，所述工作站 20 及 22 可以向所述控制器 12 请求信息，以供诊断及其他用途。

视所述数据种类而定，数据的不同重要性可以导致发生传送担保或无传送担保。例如，配置及控制通信应在无故障的情况下进行，而且可能需要一个传送担保。监测通信一般在未被请求的情况下从所述控制器 12 发送，而且可能不需要传送担保。告警通信应在有担保传送的情况下进行，而事件通信则可能不需要传送担保。信息检索通信的传送担保也可以视所请求的信息的重要性而定，而一个工作站 20、22 可以每次检索所请求数据的一项，带每项的传送担保。因此，跨越所述局域控制网络 24 的通信可以涉及返回值，以表示一个通信的成功或失败。虽然已经描述所述局域控制网络 24 上多种类别的数据业务，但应该理解，所述局域控制网络 24 中的通信并不一定限于上述的群组，而且可以包括所述控制器 12 与所述工作站 20 及 22 之间的

多种数据请求，比如但不限于传送请求及存取请求。

现在参看图 2A 及 2B，无线网络的范例显示于所述工作站 20、22 与所述控制器 12 之间的局域控制网络 24，但应该理解，可以在任何点配置一个遍及所述过程控制系统的无线网络，而且所述统一应用编程界面等同地适用于任何遍及所述过程控制系统的无线网络。在图 2A 及 2B 所示的范例中，一个无线网络（比如一个网状网络）实施在所述工作站 20、22 与所述控制器 12 之间的所述局域控制网络 24。明确地说，使用图 2A 所示的无线网络，所有分布式节点之间的通信均为无线。另一方面，使用图 2B 所示的无线网络，只有一个工作站 20、22 与一个控制器 12 之间的连接是一个无线连接，而所述工作站 20 及 22 是由一个有线网络互连，所述控制器 12 也是由一个有线网络互连，使得可以减少无线辐射及提供较佳数据品质。然而，应该理解，可以使用有线及无线的不同结合，包括但不限于所述现场设备 14 及 16 之间的一个无线网络及所述控制器 12 与所述工作站 20 及 22 之间的一个有线网络。在另一个范例中，可以在所述工作站 20 及 22 上的控制器 12 及现场设备 14 及 16 中的任何控制器及现场设备之间配置一个无线网络，以便连同配置在遍及所述过程控制系统的整体或部分中的一个相关的有线网络提供网络冗余。

在一个过程控制系统的任何地方配置一个无线网络导致多个无线过程控制系统节点，这些无线过程控制系统节点在所述无线网络上传送及接收数据，比如配置数据、控制数据、监测数据、告警/事件数据等等。例如，由于所述控制器 12 与所述工作站 20 及 22 之间的一个如所述局域控制网络 24 的无线网络，每个所述控制器 12 及每个工作站 20、22 都可以相应于一个无线过程控制系统节点。一个无线局域控制网络 24 可以开发为所述过程控制系统的部分，而所述过程控制系统相似于使用多种无线标准中的任何无线标准的所述局域控制网络的一个无线版本。现有无线局域控制网络 24 或所述过程控制系统中的其他无线网络，可以以带不同无线标准的一个不同的无线系统来替换，或者不同的无线标准可以用于所述过程控制系统的全部，视所

述网络的用途而定。

由于所述现场设备 14、16 与所述控制器 12 之间的一个无线网络，每个所述现场设备 14、16 或每个相关输入/输出设备都可以相应于一个无线过程控制系统节点。虽然每个所述过程控制节点可以与所述物理网络进行通信，但一个无线网络中的一个或几个过程控制节点可以专用为一个通信网关节点。所述网关节点可以担当所述无线网络的一个控制节点，并促进不同网络之间的通信，比如促进所述控制器 12 与所述工作站 20、22 之间或所述现场设备 14、16 与所述控制器 12 之间的通信。例如，如图 2B 的无线网络中所示，一个或几个所述控制器 12 可以担当所述控制器 12 的一个网关节点。所述控制器 12 的所述网关节点与一个或几个所述工作站 20、22 进行无线通信，从而担当所述工作站 20、22 的一个网关节点。

现在参看图 3，图中显示用于所述过程控制节点的无线通信层 200 的一个范例。明确地说，每个过程控制节点（比如一个控制器 12 或一个工作站 20、22 或其控制节点）可以包括一个网络通信设备，该网络通信设备实施图 3 所示的无线通信层，并且促成所述过程控制节点之间在所述无线网络上的通信。如图 3 所示，所述无线通信层 200 的下层包括在无线级的、用于过程控制节点之间的通信的一个物理层 202，以及一个无线网络层 204，该无线网络层 204 实施所述无线网络的一个无线网络应用编程界面 206。

所述无线通信层 200 的上层包括一个应用程序层 208，以便连接一个或多个应用程序，比如在所述工作站 20 及 22 上执行的应用程序。所述应用程序层 208 促成所述过程控制节点的一个应用程序（比如一个工作站 20、22 的一个应用程序或所述控制器 12 的控制软件）与过程控制系统所在的控制系统的一个专用层 210 之间的调用。所述专用层 210 实施所述控制系统的一个专用应用编程界面 212。

在为一个过程控制系统实施一个无线通信网络时，可以使用一个基本商用无线网络（比如一个商用现货无线网络）。由于无线通信协议标准可变，不同的无线网络提供者可以各自有其应用编程界面 206。同样地，在所述无

线网络的每一边的控制系统（比如所述控制器 12、所述工作站 20、22 及其应用程序）可以有各自的应用编程界面 212，该应用编程界面 212 可以由所述过程控制系统专用。例如，一个局域控制网络 24 可以在与所述无线网络无缝合并的所述下层 202 及 204 使用标准无线网络通信协议，并在与所述控制系统无缝合并的所述上层 208 及 210 使用专用通信协议。

为了连接所述上层及下层以及容纳不同的无线标准，所述通信层 200 进一步包括一个统一应用编程界面 214。一个上统一层 216 将多种数据请求（比如多种传送请求）从所述专用应用编程界面 212 转换到所述统一应用编程界面 214。一个下统一层 218 将所述统一应用编程界面 214 的方法转换到所述无线网络应用编程界面 206 的方法。应该理解，转换这些方法可以涉及使用一个第一应用编程界面的一个方法及使用一个第二应用编程界面的一个或多个相应方法中的参数，这可以通过建立所述第一应用编程界面（比如所述统一应用编程界面 214）的方法及所述第二应用编程界面（比如所述无线网络应用编程界面 206 或所述专用应用编程界面 212）的方法之间的一个映射来完成。

所述无线网络应用编程界面 206 与所述专用应用编程界面 212 之间的大多数或所有通信是由所述上统一层 216、所述下统一层 218 及所述统一应用编程界面 214 促成。因此，所述无线网络应用编程界面 206 与所述专用应用编程界面 212 的开发分离，而且所述无线网络应用编程界面 206 及所述专用应用编程界面 212 一般不需要任何的相互认知。

所述统一应用编程界面 214 包含一组合的方法，这些方法可以用于所述无线网络上的大多数类别的数据业务，比如以上揭示的配置、控制、监测、告警/事件及信息检索等类别。用于所述统一应用编程界面 214 的所述方法的组合一般较小，以便为来自所述上层 208、210 的请求提供容易支持，而且所述方法的组合通用，以便可以由任何无线网络协议支持。例如，所述统一应用编程界面 214 只可能包括三个方法：读取、写入及响应。以下提供用于所述统一应用编程界面的模式的范例。虽然 C++ 风格符号用于描述所述模

式，但所述模式并不受其局限。

读取——这个方法用于读取来自另一个过程控制节点（比如一个控制器 12 或工作站 20、22）的数据项。

语法

无符号整数读取（无符号字符 * 节点名称，
 无符号字符 * 数据路径，
 无符号整数 超时，
 无符号字符 * 数据缓冲器）

写入——这个方法将数据值写入另一个过程控制节点。

语法

无符号整数写入（无符号字符 * 节点名称，
 无符号字符 * 数据路径，
 无符号整数 超时，
 无符号字符 * 数据缓冲器）

响应——这个方法用于处理来自另一个过程控制节点的读取及写入请求。

语法

无符号整数响应（无符号整数 请求类别，
 无符号字符 * 数据路径，
 无符号字符 * 数据缓冲器）

对于所有三个方法（读取、写入及响应），返回值是一个整数。所述整数定义所述方法的执行状况。所述统一应用编程界面 214 进一步定义两个网络错误状况：超时及传送故障。如以上所述，视通信类别而定，所述返回值及所述网络错误状况可以用于提供传送担保。所述控制系统可以定义所有其他成功及失败状况。对于以上所有三个方法，以下参数或论据可能相同：

论据

节点名称	过程控制节点的名称
数据路径	用于识别过程控制节点中的数据项的唯一路径串。路径串可以由过程控制系统定义。
超时	用于读取/写入请求的超时值。超时错误将被返回，如果请求不能及时完成。例如，无穷大（0xFFFFFFFF）表示呼叫者被拦截，直到所述方法有一错误或被完成。“0”只能被允许在所述写入方法中用于没有确认情况下的一个即刻返回。如果不是“0”，读取及写入方法将在返回之前等待接收节点的应答。
数据缓冲器	指一个呼叫者提供的“最大_缓冲器_大小”字节的缓冲器。呼叫方及被叫方可以将数据值转换类型，并组成无符号字符。
请求类别	“0”可以是指一个读取请求，而“1”可以是指一个写入请求。

所述过程控制系统调用读取及写入方法来传送数据，以响应数据请求，比如传送请求或存取请求。图 4 描绘用于所述读取方法的一个顺序图范例，而图 5 描绘用于所述写入方法的一个顺序图范例。现在参看图 4 及 5，所述第一过程控制节点 300 包括一个网络通信设备，该网络通信设备实施以上描述的通信层，包括一个上统一层（UUL）304、一个下统一层（LUL）306 及一个无线网络层 308。同样地，所述第二过程控制节点 302 包括一个网络通信设备，该网络通信设备实施所述通信层，包括一个上统一层（UUL）310、一个下统一层（LUL）312 及一个无线网络层 314。为了便于示范，所述专用层 316 也与所述第二过程控制节点一起显示，但应该理解，所述第一过程控制节点 300 可以同样地包括一个专用层，这是由于所述过程控制节点 300 及 302 可操作地连接到所述无线网络及所述专用控制系统。

现在参看图 4，所述第一过程控制节点 300 提出一个数据请求，以便从

所述第二过程控制节点 302 读取一个数据项。所述上统一层 304 处理通过所述控制系统的所述专用应用编程界面接收自所述第一过程控制节点的一个呼叫，并为所述读取方法发布一个呼叫。明确地说，所述呼叫与来自所述过程控制节点 300 的一个数据请求有关，而所述上统一层 304 将所述数据请求从所述专用应用编程界面转换为所述统一应用编程界面的读取方法。

所述下统一层 306 以所述无线网络应用编程界面的无线层 308 来实施所述统一应用编程界面的读取方法。明确地说，所述下统一层 306 将所述统一应用编程界面的读取方法转换为所述无线网络应用编程界面的一个或多个方法，并将所述转换读取方法调入带有所述转换方法的所述无线网络应用编程界面。所述无线层 308 发布一个存取请求，以响应所述转换读取方法的实施。所述无线层 308 接着通过所述物理层，将所述存取请求从所述第一过程控制节点 300 传送到所述第二过程控制节点 302，以便从所述第二过程控制节点 302 请求所述数据。

所述第二过程控制节点 302 的无线层 314 通过所述物理层接收所述存取请求，并发布一个呼叫到所述下统一层 312。所述下统一层 312 确定所述呼叫与来自所述第一过程控制节点 300 的一个读取请求有关，并调用所述上统一层 310 中的响应方法。所述上统一层 310 通过在所述专用应用编程界面中实施所述响应方法，从而以所述专用层 316 实施所述响应方法。明确地说，所述上统一层 310 将所述响应方法从所述统一应用编程界面转换为所述专用应用编程界面的一个相应方法，所述专用应用编程界面处理所述请求，以便读取一个数据项并响应所述第一过程控制节点 300。

所述控制系统通过所述专用应用编程界面发布一个呼叫，以便将所请求的数据项返回到所述上统一层 310，所述上统一层 310 将所述响应返回到所述下统一层 312。所述下统一层 312 将所述响应发送到所述无线层 314，而所述无线层 314 通过所述物理层，将所述响应传送到所述第一过程控制节点的所述无线层 308。

所述无线层 308 发布一个呼叫到所述下统一层 306，指示接收到所请求

的数据项。所述下统一层 306 确定所述呼叫与所述读取方法的返回有关，调入所述上统一层 304 并返回所请求的数据项。所述上统一层 304 接着将所请求的数据项提供给所述第一过程控制节点 300。

现在参看图 5，所述第一过程控制节点 300 提出一个数据请求，以便将一个数据项写入所述第二过程控制节点 302。所述上统一层 304 处理通过所述控制系统的所述专用应用编程界面接收自所述第一过程控制节点的一个呼叫，并为所述写入方法发布一个呼叫。如同上述，所述上统一层 304 将所述数据请求从所述专用应用编程界面转换为所述统一应用编程界面的写入方法。如果所述超时值被设定为提供一个即刻返回，而所述写入请求尚未在规定时间内完成，则所述超时值可以在不需确认的情况下即刻返回到所述上统一层 304。

所述下统一层 306 以所述无线网络应用编程界面的无线层 308 来实施所述统一应用编程界面的写入方法。与所述读取方法相似，所述下统一层 306 将所述统一应用编程界面的写入方法转换为所述无线网络应用编程界面的一个或多个方法，并将所述转换写入方法调入带有所述转换方法的所述无线网络应用编程界面。所述无线层 308 发布一个存取请求，以响应所述转换写入方法的实施，并通过所述物理层，将所述存取请求从所述第一过程控制节点 300 传递到所述第二过程控制节点 302，以便将所述数据写入所述第二过程控制节点 302。

所述第二过程控制节点 302 的所述无线层 314 通过所述物理层接收所述存取请求，并发布一个呼叫到所述下统一层 312。所述下统一层 312 确定所述呼叫与来自所述第一过程控制节点 300 的一个写入请求有关，并调用所述上统一层 310 中的响应方法。所述上统一层 310 通过在所述专用应用编程界面中实施所述响应方法，从而以所述专用层 316 实施所述响应方法。明确地说，所述上统一层 310 将所述响应方法从所述统一应用编程界面转换为所述专用应用编程界面的一个相应方法，所述专用应用编程界面处理所述请求，以便将所述数据项写入所述第二过程控制节点 302。

所述控制系统通过所述专用应用编程界面发布一个呼叫到所述上统一层 310，以便发布一个返回值。所述上统一层 310 发布所述返回值到所述下统一层 312。所述下统一层 312 将所述返回值发送到所述无线层 314，而所述无线层 314 通过所述物理层，将所述返回值传送到所述第一过程控制节点的所述无线层 308。

所述无线层 308 发布一个呼叫到所述下统一层 306。所述下统一层 306 确定所述呼叫与所述写入方法的一个返回有关，并将所述返回值返回到所述上统一层 304，条件是所述超时值被设定为：在发布所述读取方法的一个返回值之前等待所述接收节点应答。

如以上所述，所述上统一层 216 在所述过程控制系统的所述专用应用编程界面 212 与所述统一应用编程界面 214 之间起中介作用。明确地说，所述上统一层 216 将不同数据请求（例如配置下载/上载、控制、监测、告警/事件、信息检索等等）转换为所述统一应用编程界面 214 的读取及/或写入方法。所述下统一层 218 通过将所述读取及写入方法从所述统一应用编程界面 214 转换到所述无线网络应用编程界面 206，并调入所述无线网络应用编程界面 206，从而以所述无线网络应用编程界面 206 实施所述读取及/或写入方法。

亦如以上所述，所述下统一层 218 在所述统一应用编程界面 214 与所述无线网络应用编程界面 206 之间起中介作用。明确地说，所述下统一层 218 通过所述无线网络应用编程界面 206 接收呼叫，并检查所述呼叫是否与一个本地发布的读取或写入请求的返回有关，或检查所述呼叫与来自另一个过程控制节点的一个请求有关。如果所述呼叫与一个本地发布的读取或写入请求的返回有关，所述下统一层 218 返回所述未决读取/写入呼叫。如果所述呼叫与来自另一个过程控制节点的一个请求有关，所述下统一层 218 调用所述上统一层 216 中的响应方法，而在到所述响应方法的一个返回被接收时，所述下统一层 218 将所述应答转发到所述无线层 204。所述上统一层 216 通过将所述响应方法从所述统一应用编程界面 214 转换到所述专用应用编程界

面 212，并调入所述专用应用编程界面 212，从而以所述专用应用编程界面 212 实施所述响应方法。

在一个过程控制器 12 与一个工作站 20、22 之间的一个局域控制网络中，转换多种类别的数据业务（比如配置下载/上载、控制、监测、告警/事件及信息检索）到所述读取及写入方法以及实施所述响应方法的范例提供如下：

配置下载/上载

在接收到下载一个配置到一个过程控制器（例如 CTRL1）的一个请求时，所述上统一层 216 调用所述写入方法(“CTRL1”, “”, INFINITE, pConfig)。pConfig 指所述配置串。所述第二参数可以指所述过程控制器 CTRL1 中的某个对象，以便仅仅下载该对象。

在所述过程控制器 CTRL1 中，所述下统一层 218 将响应(1, “”, pBuffer) 调入所述上统一层 216，这将适当方法调入所述控制系统。“pBuffer”指接收自一个工作站 20、22 的配置数据。如果所述配置大于最大缓冲器大小 (MAX_BUFFER_SIZE)，所述配置数据分割为分段，而所述写入方法被调用超过一次。所述过程控制器 CTRL1 及一个工作站 20、22 上的所述上统一层 216 对怎样分割及重组所述分段进行协调。为了上载一个配置，所述过程控制器 CTRL1 的所述上统一层 216 调用所述读取方法，例如读取(“CTRL1”, “”, INFINITE, pConfig)。

控制

在接收到命令更改一个过程控制值（比如更改一个过程控制器（例如 CTRL1）中的一个过程控制回路中的一个设定点）（例如 MODULE1/PID/SP.CV）的一个请求时，所述上统一层 216 调用写入 (“CTRL1”, “MODULE1/PID/SP.CV”, INFINITE, (unsigned char *)pValue)。“pValue”指需更改的过程控制值，比如所述设定点值。

在所述过程控制器 CTRL1 中，所述下统一层 218 将响应 (1, “MODULE1/PID/SP.CV”, pBuffer) 调入所述上统一层 216。所述上统一层 216 通过所述专用应用编程界面，将所述呼叫转发到所述控制系统。

监测

对于在一个工作站(例如 WS1)上显示的一个过程控制器(例如 CTRL1)数据项(例如 MODULE1/AO/PV.CV)，在所述过程控制器发出一个更新时，所述过程控制器上统一层 216 调用写入(“WS1”, “MODULE1/AO/PV.CV”, 30, (unsigned char *)pValue)。“30”是一个过程控制器执行率。“pValue”指所述数据值。

在所述工作站(WS1)中，所述下统一层 218 将响应(1, “MODULE1/AO/PV.CV”, pBuffer)调入所述上统一层 216。所述上统一层 216 调入所述工作站 WS1，以便更新显示。

告警/事件

在所述过程控制器产生一个告警或事件时，其调入所述上统一层 216，而所述上统一层 216 接着为一个告警调用写入(“WS1”, pPath, INFINITE, (unsigned char *)pValue)及为一个事件调用写入(“WS1”, pPath, 0, (unsigned char *)pValue)。“WS1”是记录所述告警或事件的工作站。“pPath”是所述告警或事件项路径。

在所述工作站(WS1)中，所述下统一层 218 将响应(1, pPath, pBuffer)调入所述上统一层 216。上统一层 216 调入所述工作站 WS1，以便设定或重设定所述告警或事件。

信息检索

在从一个过程控制器(例如 CTRL1)接收到读取一个数据值(例如 MODULE1/AO/PV.CV)的请求时，所述上统一层 216 调用方法——读取(“CTRL1”, “MODULE1/AO/PV.CV”, INFINITE, pBuffer)。

在所述过程控制器 CTRL1 中，所述下统一层 218 将响应(0, “MODULE1/AO/PV.CV”, pBuffer)调入所述上统一层 216。所述上统一层 216 调入所述过程控制系统中的适当方法。一旦所述的值被返回，所述响应方法返回，而所述的值被转发到所述工作站的所述下统一层 218，所述下统一层 218 返回所述读取方法。

所述无线层 204 可以因用于不同无线标准而不同。例如，IEEE 802（电气电子工程师协会 802）标准指定所述物理层及所述数据链层。ZigBee 及 Bluetooth 也指定较高的层。应选哪一个可能视实施所述下统一层 218 的难度而定。所述的层越高，所述下统一层 218 越简单。如图 4 及 5 所示，所述统一应用编程界面 214 可以以简单的发送及接收命令来实行。对于使用这个统一应用编程界面的过程控制系统而言，转换无线网络只需要转换所述下统一层 218。

因此，所述控制系统的开发通过提供单独的上及下统一层 216、218 及一个带有足以支持来自所述控制系统的大多数通信请求的一个小组合的方法，并按需要担保返回的统一应用编程界面 214，与所述相关无线网络分开。所述上及下统一层 216、218 及所述统一应用编程界面 214 根据所述控制系统及所述无线网络的所述应用编程界面开发，而不是相反。因此，不同无线标准可以用于一个过程控制系统中的工作站与控制器之间的通信。所述过程控制系统中的大多数可以保持为专用，因为所述专用应用编程界面及所述过程控制系统本身保持不变。此外，所述无线网络使用的无线标准及无线网络应用编程界面可以保持不变。相反地，所述统一层 216、218 及所述统一应用编程界面 214 在所述专用过程控制系统及所述支持无线网络之间注入一个转换层。所述上统一层 216 可以根据所述过程控制系统的变更来替换或变更，而所述下统一层 218 可以根据所述无线网络的变更来替换或变更。

所述上统一层 216 将专用传送请求转换为所述统一应用编程界面方法，并通过调入所述专用过程控制系统，实施来自其他节点的存取请求。所述下统一层 218 将所述统一应用编程界面转换为由所述相关无线标准支持的应用编程界面，并通过调入所述上统一层 216 中的所述处理方法，处理来自所述相关无线层的存取请求。

所述上及下统一层 216、218 及所述统一应用编程界面 214 使得不同的无线标准能够转换进所述过程控制系统及从所述过程控制系统转换出。明确地说，在转换无线标准时，只是所述下统一层 218 被转换出。因此，过程控

制系统可以以最适合所述过程控制系统的无线网络及无线标准来更新。

应该理解，在此定义的所述模式可以支持用于无线网络（包括个人局域网络、局域网、广域网及蜂窝式电话/人造卫星网络）的所有可能标准，而且可以进一步应用于未来的无线标准或专用无线网络。此外，所述模式可以应用于无线网络，并可以通过替换所述上统一层 216 来转换专用过程控制系统。

虽然以上文字对本发明的多个不同实施例作了详细描述，但应该理解，本发明包括的范围应由本发明结尾处陈述的权利要求中的文字定义。所提详尽描述应被解释成仅仅作为示范，而且并未描述本发明的每种可能的实施，这是由于描述每种可能的实施如果不是不可能的也将是不实际的。使用目前的技术或在本发明提交日期后开发的技术，可能实施多种替换性实例，而这些替换性实例将还是属于本发明的权利要求所包括的范围。

因此，在不偏离本发明的精神和范围的前提下，可以对在此描述及图解的技术及结构进行许多修改和变更。因此，应该理解，在此描述的方法及设备仅仅意在说明本发明的原理，而并不是对本发明的范围进行限制。

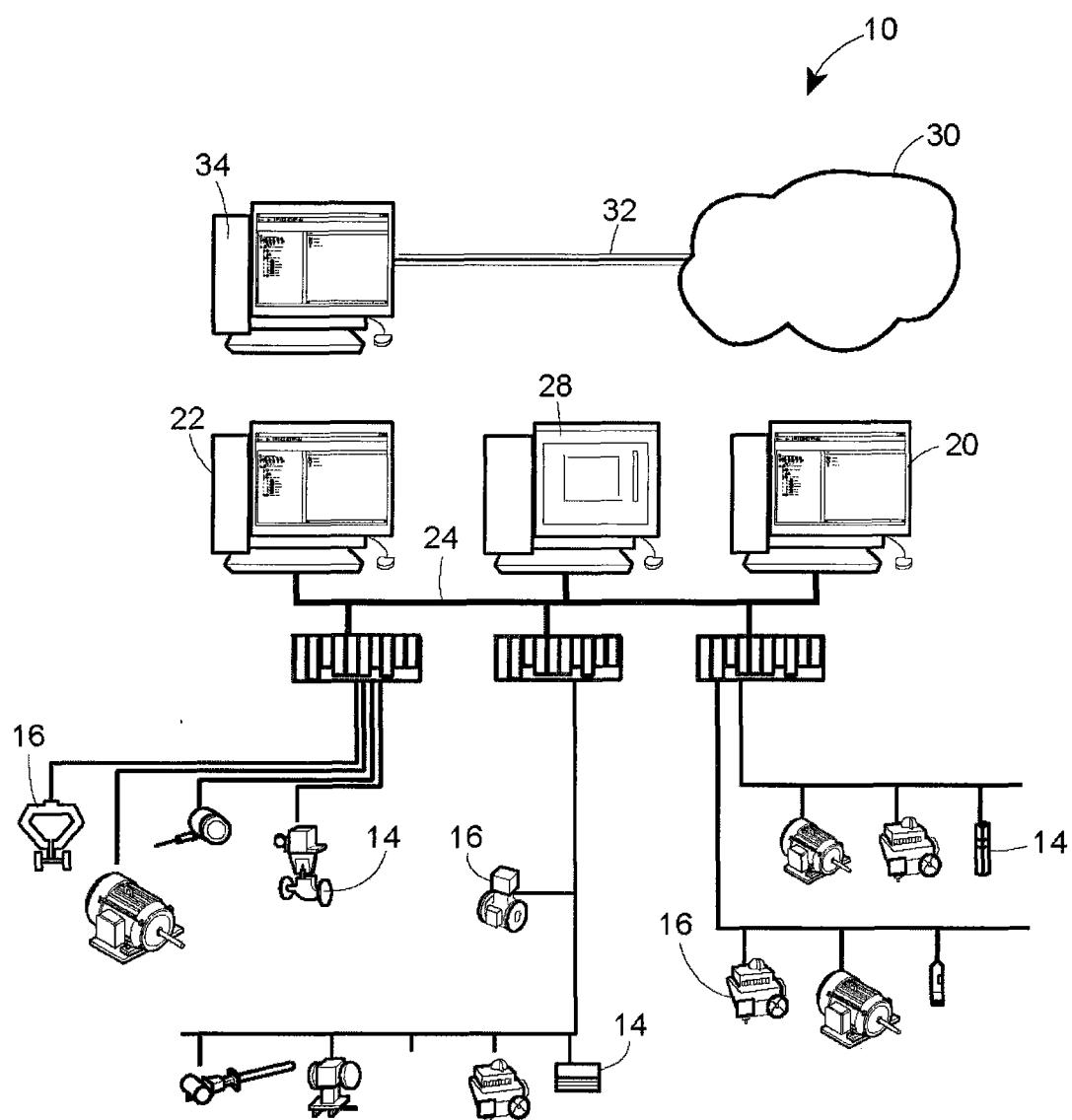


图 1

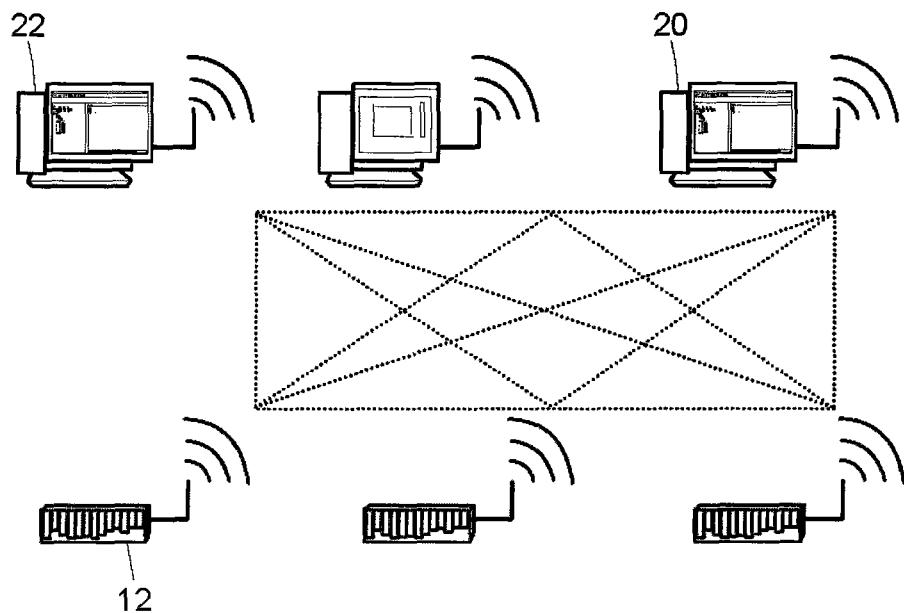


图 2A

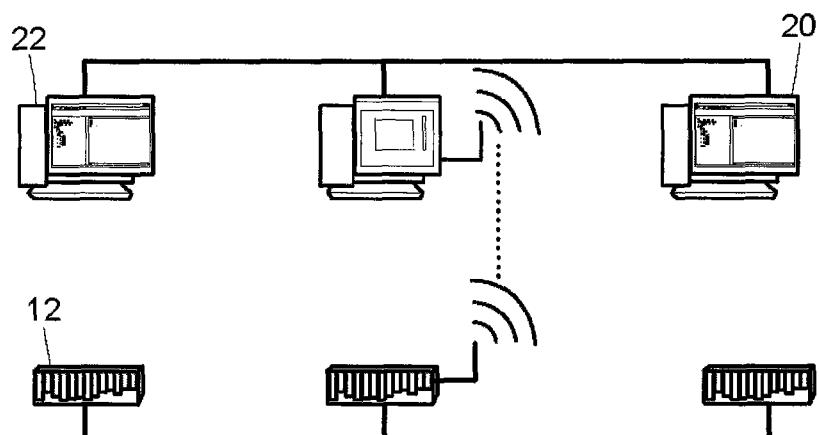


图 2B

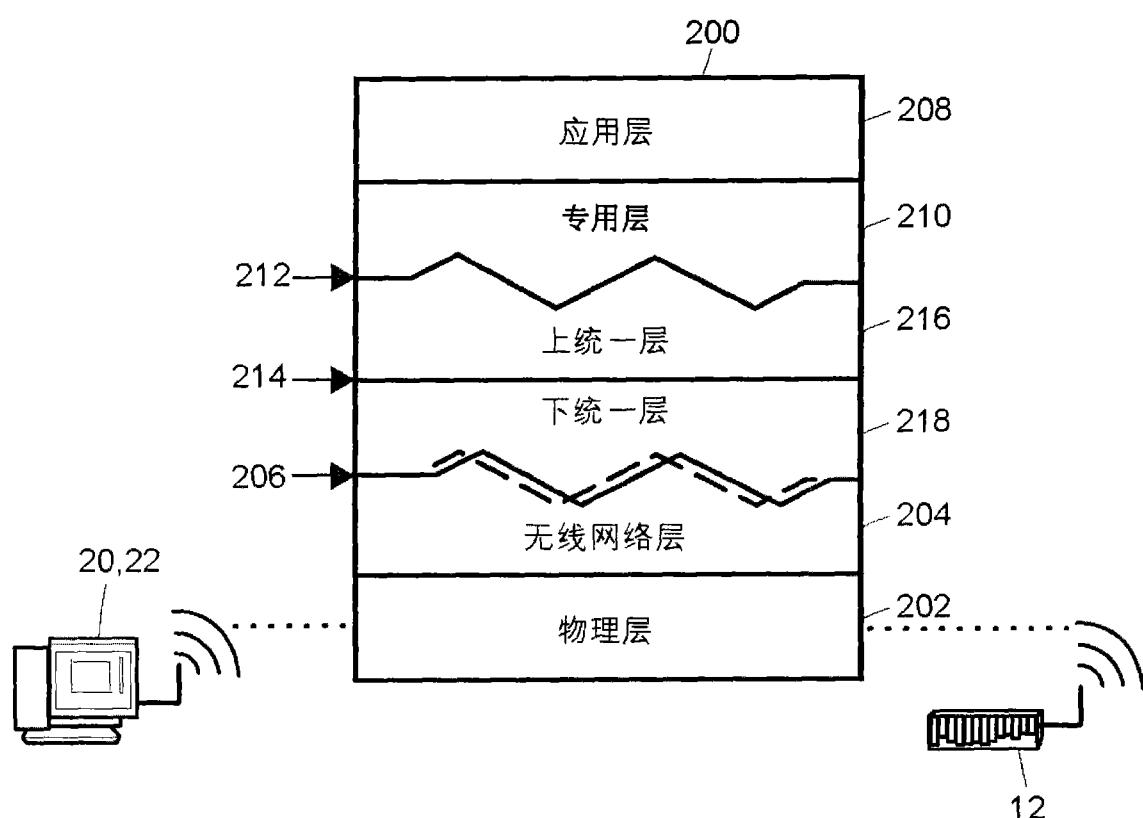
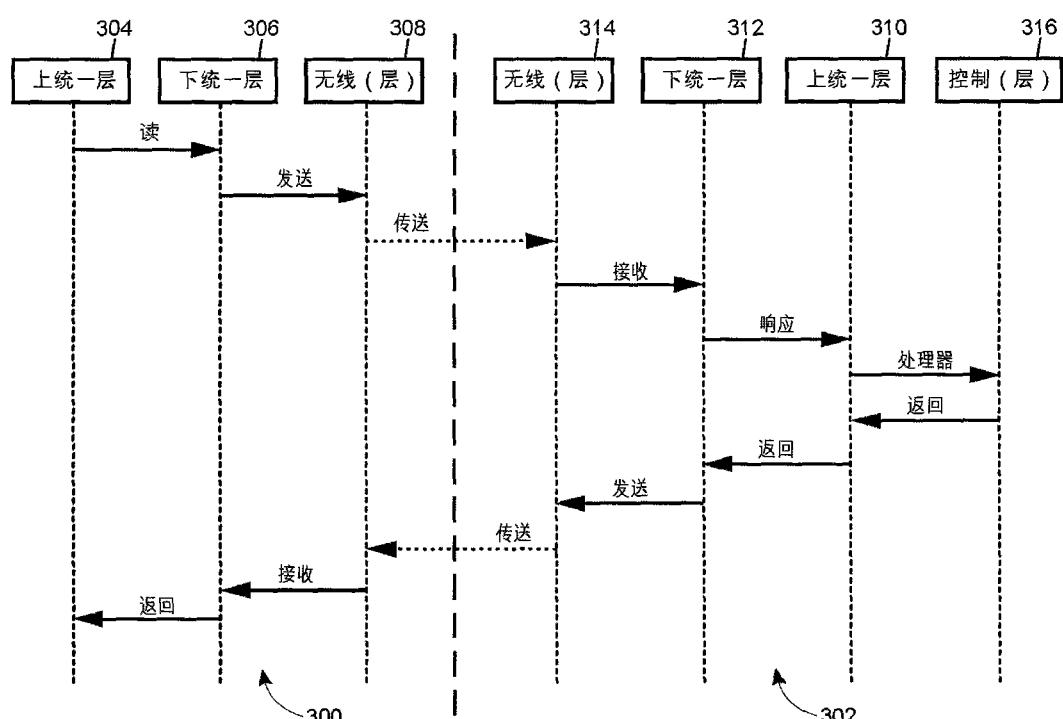


图 3



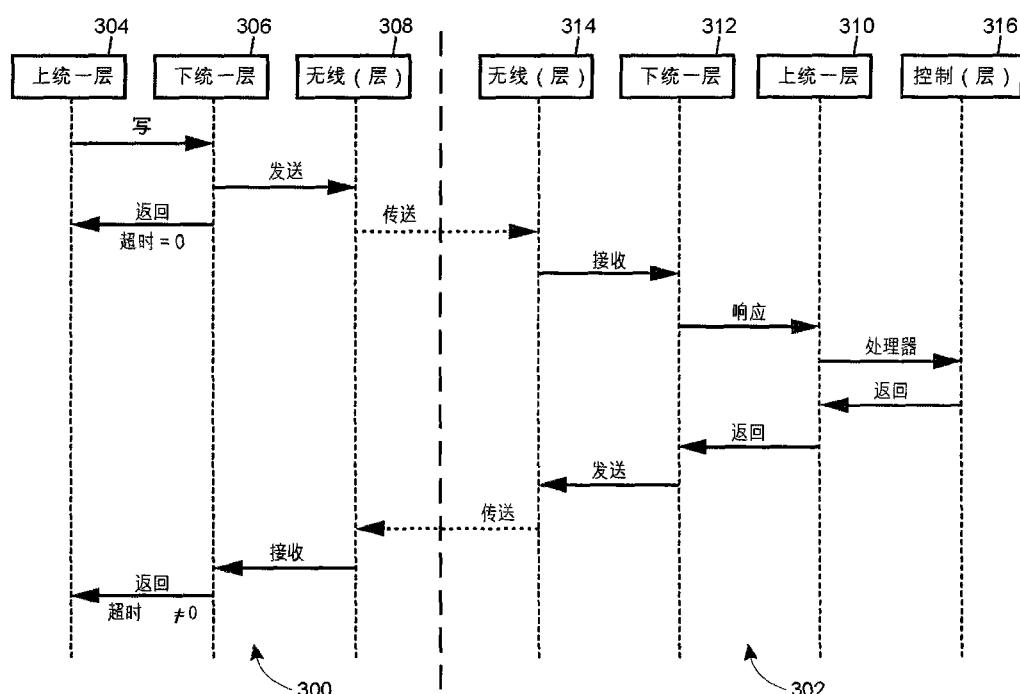


图 5