



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103762723 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201410035483.9

(22)申请日 2009.02.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103762723 A

(43)申请公布日 2014.04.30

(30)优先权数据

61/127,294 2008.05.09 US

61/201,856 2008.12.15 US

(62)分案原申请数据

200980122588.5 2009.02.11

(73)专利权人 埃森哲环球服务有限公司

地址 爱尔兰都柏林

(72)发明人 J·D·塔夫特

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H02J 13/00(2006.01)

H02J 3/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 2629320 Y,2004.07.28,

JP 特开2008-77660 A,2008.04.03,

US 2001/0039537 A1,2001.11.08,

审查员 李静

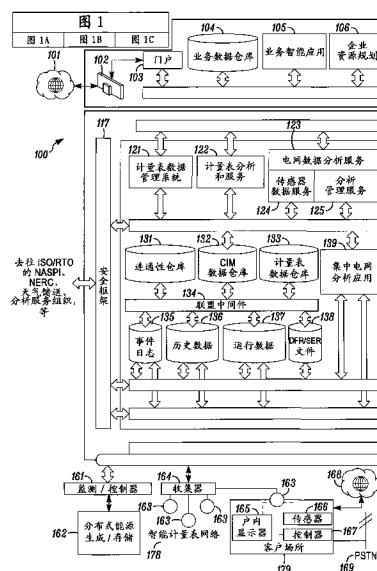
权利要求书2页 说明书30页 附图37页

(54)发明名称

用于管理电网的方法和系统

(57)摘要

提供一种用于改进电力机构电网管理的智能电网。如当前公开的智能电网包括：使用电力机构电网的各部分中的传感器、使用诸如附加总线结构的通信和计算技术来升级电网，使其可以更为高效和可靠地运行，并且支持向客户的附加服务。该智能电网可以包括电力机构电网中的分布式智能性(独立于控制中心智能性)，该分布式智能性包括在电网的不同区段中生成数据、分析生成的数据以及自动修改电网区段运行的设备。



1. 一种用于促进与管理电网的电网主管方通信的集成框架,所述集成框架包括:
多个电网和功率系统部件,被配置为生成所述电网内的运行数据和事件数据;
与所述多个电网和功率系统部件通信的运行总线,所述运行总线被配置为从电网部件接收所述运行数据,并且将所述运行数据传送给所述电网主管方,所述运行数据包括针对所述电网的至少一部分的电压、电流、有功功率或者无功功率的实时测量;以及
与所述多个电网和功率系统部件通信的事件总线,所述事件总线被配置为从所述电网部件接收所述事件数据,并且将所述事件数据传送给所述电网主管方,所述事件数据不同于所述运行数据,所述事件数据区别于所述实时测量并且从所述实时测量导出,并且包括基于所述至少一个实时测量的关于所述电网的运行的至少一个分析确定,
其中所述运行数据经由所述运行总线传送而不经由所述事件总线传送,以及
其中所述事件数据经由所述事件总线传送而不经由所述运行总线传送。
2. 根据权利要求1所述的集成框架,还包括路由器,用于分析接收到的数据的至少一部分,以及将所述数据路由至所述运行总线和所述事件总线之一。
3. 根据权利要求2所述的集成框架,其中所述路由器分析所述数据中的至少一个头部,以确定是将所述数据路由至所述运行总线还是所述事件总线。
4. 根据权利要求2所述的集成框架,其中所述路由器位于所述电网主管方处。
5. 根据权利要求1所述的集成框架,其中所述运行总线还传送非运行数据,所述非运行数据包括以下至少一个:功率质量、功率可靠性、资产状况和压力数据。
6. 根据权利要求5所述的集成框架,还包括服务总线,用于在所述电网主管方与计费系统之间进行通信,所述服务总线独立于所述运行总线和所述事件总线。
7. 根据权利要求1所述的集成框架,其中所述运行总线可操作地连接至操作数据存储数据库以及以下至少一个:断电管理系统、能源管理系统和配送管理系统。
8. 根据权利要求7所述的集成框架,其中所述运行总线可操作地连接至所述操作数据存储数据库以及所述断电管理系统、所述能源管理系统和所述配送管理系统。
9. 根据权利要求1所述的集成框架,其中所述事件总线可操作地连接至事件日志存储数据库以及以下至少一个:断电管理系统、能源管理系统和配送管理系统。
10. 根据权利要求9所述的集成框架,其中所述事件总线可操作地连接至所述事件日志存储数据库以及所述断电管理系统、所述能源管理系统和所述配送管理系统。
11. 根据权利要求1所述的集成框架,其中所述电网和功率系统部件还包括一个或多个智能计量表网络设备。
12. 根据权利要求1所述的集成框架,其中所述事件总线被配置为:
发现跨多个事件流的模式;
将所述多个事件流过滤成由其他设备更好地遵循的解释;以及
提供所述多个事件流的所述解释。
13. 根据权利要求1所述的集成框架,还包括:
变电站分析元件,被配置为接收和存储所述运行数据和非运行数据,所述变电站分析元件还被配置为:
基于规则来分析所述运行数据和所述非运行数据以确定发生了事件;以及
触发所述电网的至少一部分内的自愈,所述自愈通过基于确定的所述事件来自动修改

所述变电站的运行而被实现。

14. 根据权利要求13所述的集成框架,其中所述变电站分析元件驻留在所述电网的变电站中。

15. 根据权利要求13所述的集成框架,其中所述变电站分析元件还被配置为生成工作订单以便向所述电网主管方传输。

16. 一种用于向管理电网的电网主管方传送数据的方法,所述方法包括:

至少部分无线地并且由变电站,在运行总线上向所述电网主管方传送运行数据,所述运行数据接收自所述变电站外部的多个电网部件和所述变电站内的功率系统部件,并且包括针对所述电网的至少一部分的电压、电流、有功功率或者无功功率的实时测量;以及

至少部分无线地并且由所述变电站,在事件总线上向所述电网主管方传送事件数据,所述事件总线不同于所述运行总线,所述事件数据由所述变电站的至少一个处理器生成,并且区别于所述至少一个实时测量并且从所述至少一个实时测量导出,所述事件数据还包括基于所述至少一个实时测量的关于所述电网的运行的至少一个分析确定,

其中所述运行数据经由所述运行总线传送而不经由所述事件总线传送,以及

其中所述事件数据经由所述事件总线传送而不经由所述运行总线传送。

17. 根据权利要求16所述的方法,还包括:

由路由器分析接收到的数据的至少一部分;以及

由所述路由器基于对所述接收到的数据的所述分析,将所述数据路由至所述运行总线和所述事件总线之一。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述运行总线还传送非运行数据,所述非运行数据包括以下至少一个:功率质量、功率可靠性、资产状况和压力数据。

19. 根据权利要求16所述的方法,其中所述电网和功率系统部件还包括一个或多个智能计量表网络设备。

20. 根据权利要求16所述的方法,还包括:

由所述事件总线发现跨多个事件流的模式;

由所述事件总线将所述多个事件流过滤成由其他设备更好地遵循的解释;以及

由所述事件总线提供所述多个事件流的所述解释。

21. 根据权利要求16所述的方法,还包括:

由变电站分析元件接收和存储所述运行数据和非运行数据;

由所述变电站分析元件基于规则来分析所述运行数据和所述非运行数据以确定发生了事件;以及

由所述变电站分析元件触发所述电网的至少一部分内的自愈,所述自愈通过基于确定的所述事件来自动修改所述变电站的运行而被实现。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述变电站分析元件驻留在所述电网的所述变电站中。

23. 根据权利要求21所述的方法,还包括:

由所述变电站分析元件生成工作订单,以便向所述电网主管方传输。

用于管理电网的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是国际申请日为2009年02月11日、国际申请号为PCT.US2009.000888、进入中国国家阶段日期为2010年12月15日、国家申请号为200980122588.5的发明专利申请的分案申请。

[0003] 本申请要求于2008年5月9日提交的美国临时申请号61.127,294的优先权并且要求于2008年12月15日提交的美国临时申请号61.201,856的优先权,通过引用将两个申请完全结合于此。

技术领域

[0004] 本发明总体上涉及一种用于管理电网的系统和方法,并且更具体地,涉及一种用于在电网的不同区段收集数据并且分析收集的数据以管理电网的系统和方法。

背景技术

[0005] 电网可以包括发电、电力传输和电力配送中的一项或者全部。可以使用诸如煤火电场、核电厂等发电站来发电。出于效率考虑,将生成的电功率逐步升至很高的电压(例如345千伏)并且通过传输线路传输电功率。传输线可以长途传输功率(例如跨越州线路或者跨越国际边界)直至它到达它的批发客户,其可以是拥用本地配送网络的公司。传输线路可以终止于传输变电站,该变电站可以将很高电压逐步降至中间电压(例如138千伏)。较小的传输线路(例如变电站线路)从传输变电站向配送变电站传输中间电压。在配送变电站可以将中间电压再次逐步降至“中等电压”(例如从4千伏至23千伏)。一个或者多个馈送电路可以从配送变电站散发。例如,四个至数十个馈送电路可以从配送变电站散发。馈送电路是包括4条接线的3相电路(三条接线用于3相中的各相而一条线用于零相)。馈送电路可以在地上(记杆上)或者地下路由。可以使用配送变压器来定期地分流馈送电路上的电压,这些变压器将电压从“中等电压”逐步降至消费者电压(例如120V)。消费者电压继而可以由消费者使用。

[0006] 一个或者多个电力公司可以管理电网(包括管理与电网有关的故障、维护和升级)。然而电网的管理常常低效和昂贵。例如管理本地配送网络的电力公司可以管理可能在馈送电路中或者在从馈送电路分支的称为侧向电路的电路路上发生的故障。本地配送网络的管理常常依赖于在发生断电时来自消费者的电话呼叫,或者依赖于分析本地配送网络的现场工人。

[0007] 电力公司已经尝试使用数字技术来升级电网(有时称为“智能电网”)。例如更智能的计量表(有时称为“智能计量表”)是比常规计量表更具体地标识消耗的一类高级计量表。智能计量表继而可以经由一些网络向本地设施传回该信息,以用于监测和计费目的(遥测)。尽管在升级电网上的这些近来发展是有益的,但是需要更多发展。已经报导:仅在美国就有半数发电容量未被使用、半数长途传输网络容量未被使用并且它的三分之二本地配送未被使用。因此显然需要改进电网的管理。

发明内容

[0008] 提供一种用于改进电力机构电网的管理的智能电网。如当前公开的智能电网包括：使用电网的各种部分中的传感器、使用通信和计算技术(例如，附加总线结构)来升级当前电力电网，使其可以更为高效和可靠地运行，并且支持向客户的附加服务。如当前公开的智能电网可以例如通过使用鲁棒的双向通信、高级传感器和分布式计算机(包括电功率传输和.或电力配送中的附加智能性)来升级传统电力传输和配送网络或称“电网”。智能电网还可以包括中央管理设施处的附加功能，用以管理运行、检测和纠正故障、管理资源等。

[0009] 下文公开的可以管理智能电网的管理系统的一个示例是智能网络数据企业(下文称为INDE)参考架构。INDE参考架构允许将智能电网集成到电力行业(或者其他类型的行业)中。另外，可以使用智能网络数据服务(下文称为INDS)来改进电网的管理。下文公开用于辅助电力机构开发智能电网的过程和资产集。此资产和方法集包括INDE方案集。INDE包括：INDE参考架构，其可以包括用于企业范围的智能电网数据以及分析管理和集成的模板；数据采集和实时分析，其可以包括用于高速智能电网分析的分布式架构和分析实现；数据传送和存储架构资产，其可以包括基于开放标准的数据管理方案元件；终端用户事务分析应用，其可以包括覆盖系统性能、功率质量、电网资产使用情况和电网资产管理的广泛分析的实现；以及智能电网开发过程，其可以包括一种方法，用于分析特定电力机构的当前电网，以及确定利用智能电网的一个或者多个方面来改进特定电力机构的当前电网的推荐。

[0010] INDE参考架构的各种方面可以改进电网的结构和管理。例如，INDE参考架构可以包括用于携带不同类型的数据的多个网络总线，包括：(i)多个总线可以专用于不同类型的数据，例如运行.非运行数据、事件处理数据、电网连通性数据和网络位置数据；以及(ii)使用多总线结构允许向多个目的地递送数据。多个总线可以包括单个总线中的不同分段，或者可以包括独立的总线。多个总线可以用来向其他智能电网过程(例如，集中定位的控制器处的过程)传送各种类型的数据。备选地，一个或者多个类型的数据可以使用与其他类型的数据相同的总线来传输(例如，在与运行.非运行数据相同的总线上传输事件处理数据)。在此情况下，可以使用针对事件处理数据的特定协议来传输事件数据。

[0011] 作为另一示例，INDE参考架构可以包括电网中的分布式智能性，包括：(i)在电网的不同区段中生成数据的设备(例如在变电站的感测设备、在客户场所的计量表、线路传感器)；(ii)分析生成的数据的设备(例如在变电站、在功率线路上等以及在控制中心的事件处理，用于分析数据以确定是否已经发生了特定事件)，从而可以在电网中的不同点和.或在控制中心完成分析；以及(iii)自动地修改电网的区段的运行(例如基于确定的事件来修改在变电站的运行)的设备。

[0012] 例如，在电网中位于电网主管方远程的个体部件可以包括智能性(例如处理和存储能力)以便分析电网的状态(例如分析故障)和.或自动地纠正故障。一个这样的个体部件可以包括电网中的变电站，该变电站可以包括传感器、至少一个处理器和至少一个存储设备。变电站可以使用传感器感测电网区段的数据，并且可以使用处理器和存储设备分析感测的数据以确定电网区段的状态(例如确定在电网的区段中是否有故障)和.或可以自动地纠正确定的故障。以此方式，变电站可以在需要电网的主管方接收感测数据之前和.或在需要主管方分析感测数据之前自动地改变电网的区段的至少一个控制方面。

[0013] 作为另一示例,在电网中的本身智能的个体部件可以一起配合以分析和/或控制电网的状态。使用具有多个总线的附加通信能力,在电网现场中的部件可以交换信息,例如从电网感测的数据和/或经由分析而确定的故障。现场部件因此可以一起工作(有或者没有主管方)以确定电网的状态和/或纠正电网中的故障。

[0014] 分布式智能性还可以包括分布式储存。例如,在电网中的设备(例如变电站)可以具有与它们关联的数据储存。数据储存可以邻近于变电站(例如与变电站中的处理器关联)。在电网中的设备可以在数据储存中存储数据(包括传感器数据、分析数据等)。在电网中的设备继而可以向控制中心发送指向数据储存位置的链接(例如指向数据储存中容纳数据的地址的指针)。控制中心可以在中央数据储存(例如数据库)中存储该链接。因此,当控制中心希望获得数据时,中央控制可以访问中央数据储存中的链接,向电网设备(例如变电站)发送请求与链接关联的数据的请求,并且从电网设备接收包括与链接关联的数据的响应。

[0015] 作为又一示例,INDS可以在若干方面改进电网的管理,包括电网状态测量、非运行性收集和存储、事件管理、需求减少信令、断电智能、故障智能、远程资产监测(包括监测电网内的一个或者多个资产)、功率质量监测(例如电流、电压波形的纯度)、系统性能测量(例如关于功率接通还是关断的可靠性)、工作订单启动、元数据管理、通知代理、计量表数据收集、事务分析、电网控制过程和实时分析。

[0016] 在又一示例中,INDS可以通过利用INDE参考架构的模块化设计的优点来改进电网的管理。这可以允许与当前所用不同的业务模型(例如通过外包一个或者多个功能)并且允许对多个电网的高效管理。在又一示例中,可以分析特定电网以便确定应用INDE参考架构或者INDS的哪些方面以升级特定电网的运行。

[0017] 其他系统、方法、特征和优点将在考察以下附图和具体描述时为本领域技术人员所清楚或者变得为本领域技术人员所清楚。旨在于让所有这样的附加系统、方法、特征和优点囊括于本说明书中、在本发明的范围内并且受所附权利要求保护。

附图说明

[0018] 图1A-图1C是电网的总体架构的一个示例的框图。

[0019] 图2是图1中绘出的INDE核心的框图。

[0020] 图3A-图3C是电网的总体架构的另一示例的框图。

[0021] 图4是图1和图3中所示INDE变电站的框图。

[0022] 图5A-图5B是图1和图3中绘出的INDE设备的框图。

[0023] 图6A-图6C是电网的总体架构的又一示例的框图。

[0024] 图7是电网的总体架构的又一示例的框图。

[0025] 图8是包括可观测性过程的一些示例的列举的框图。

[0026] 图9A-图9B示出了电网状态测量和运行过程的流程图。

[0027] 图10示出了非运行数据过程的流程图。

[0028] 图11示出了事件管理过程的流程图。

[0029] 图12A-图12C示出了需求响应(DR)信令过程的流程图。

[0030] 图13A-图13B示出了断电智能过程的流程图。

- [0031] 图14A-图14C示出了故障智能过程的流程图。
- [0032] 图15A-图15B示出了元数据管理过程的流程图。
- [0033] 图16示出了通知代理过程的流程图。
- [0034] 图17示出了收集计量表数据(AMI)过程的流程图。
- [0035] 图18A-图18D是可以用来代表基线连通性数据库的实体关系图的示例。
- [0036] 图19A-图19B示出了蓝本进度流程图的示例。

具体实施方式

[0037] 概括而言,下文描述的优选实施方式涉及用于管理电网的方法和系统。如下文具体讨论的那样,某些方面涉及电网本身(包括电功率传输和.或电力配送中的硬件和软件)。另外,某些方面涉及电网的集中管理的功能能力。这些功能能力可以分组为运行和应用这两类。运行服务允许电力机构监测和管理智能电网基础设施(例如应用、网络、服务器、传感器等)。

[0038] 如下文具体讨论的那样,应用能力可以涉及电网本身的测量和控制。特别地,应用服务实现对于智能电网可能重要的功能并且可以包括:(1)数据收集过程;(2)数据分类和持续过程;以及(3)可观测性过程。如下文具体讨论的那样,使用这些过程允许“观测”电网、分析数据并且导出关于电网的信息。

[0039] INDE高级架构描述

[0040] 总体架构

[0041] 参照相似标号指代相似元件的附图,图1示出了INDE的总体架构的一个示例。此架构可以充当提供对智能电网数据的端到端收集、传送、存储和管理的参考模型;它也可以提供分析和分析管理以及将前述内容集成到电力机构过程和系统中。因此,它可以视为企业范围的架构。下文具体讨论某些元件,例如电网本身的运行管理和方面。

[0042] 图1A-图1C中所示架构可以包括多达四个数据和集成总线:(1)高速传感器数据总线146(可以包括运行和非运行数据);(2)专用事件处理总线147(可以包括事件数据);(3)运行服务总线130(可以适于向电力机构内勤应用提供关于智能电网的信息);以及(4)用于内勤IT系统的企业服务总线(在图1A-图1C中表示为用于服务于企业IT115的企业集成环境总线114)。可以用一种或者多种方式实现独立的数据总线。例如两个或者多个数据总线(例如高速传感器数据总线146和事件处理总线147)可以是单个数据总线中的不同分段。特别地,总线可以具有分段式结构或者平台。如下文具体讨论的那样,硬件和.或软件(诸如一个或者多个交换机)可以用来在数据总线的不同分段上对数据进行路由。

[0043] 作为另一示例,两个或者更多数据总线可以在独立的总线上,例如独立的物理总线(传送数据所需的硬件在独立的总线上)。特别地,每个总线可以包括相互分离的电缆布线。另外,一些或者所有独立总线可以是相同类型。例如一个或者多个总线可以包括局域网(LAN),例如通过无屏蔽双绞线和Wi-Fi的以太网回。如下文具体讨论的那样,硬件和.或软件(例如路由器)可以用来将数据路由到不同物理总线之中的一个总线上。

[0044] 作为又一示例,两个或者更多总线可以在单个总线结构中的不同分段上,并且一个或者多个总线可以在独立的物理总线上。特别地,高速传感器数据总线146和事件处理总线147可以是单个数据总线中的不同分段,而企业集成环境总线114可以在物理上独立的总

线上。

[0045] 尽管图1A-图1C描绘了四个总线,但是更少或者更多数目的总线可以用来承载四个列举类型的数据。如下文讨论的那样,例如单个无分段总线可以用来传送传感器数据和事件处理数据(使总线总数为三)。而且,系统可以在没有运行服务总线130和.或企业集成环境总线114的情况下运行。

[0046] IT环境可以是SOA兼容的。面向服务的架构(SOA)是一种计算机系统架构样式,用于在其整个生命周期中创建和使用被封装为服务的业务过程。SOA还定义和提供IT基础结构以允许不同应用交换数据并且参与业务过程。然而使用SOA和企业服务总线是可选的。

[0047] 附图示出了总体架构内的不同元件,例如以下元件:(1)INDE核心120;(2)INDE变电站180;以及(3)INDE设备188。在总体架构内的元件的此划分是为了举例说明。可以使用对元件的其他划分。INDE架构可以用来支持分布式和集中式电网智能方式并且提供用于应对大规模实现的机制。

[0048] INDE参考架构是可以实施的技术架构的一个示例。如下文讨论的那样,它例如可以是元架构的示例,其中元架构是用来提供开发任何数目的具体技术架构(各具体技术架构用于相应电力机构方案)的起点。因此,特定电力机构的具体方案可以包括INDE参考架构中的一个、一些或者所有元件。并且INDE参考架构可以提供用于方案开发的标准化起点。下文讨论用于为特定电网确定具体技术架构的方法。

[0049] INDE参考架构可以是企业范围架构。它的目的可以是提供用于端到端管理电网数据以及分析这些数据和将这些数据集成到电力机构系统和过程中的框架。由于智能电网技术影响电力机构业务过程的每个方面,所以不仅在电网、运行和客户场所级,而且在内勤和企业级的效果也是不可忽视的。因而,INDE参考架构例如可以并且确实参考企业级SOA以便支持用于接口目的的SOA环境。这并非要求电力机构必须将它们的已有IT环境转换成SOA才能构建和使用智能电网。企业服务总线是一种用于促进IT集成的有用机制,但是它并非实施智能电网方案的其余内容所必需的。下文讨论着重于INDE智能电网元件的不同部件。

[0050] INDE部件组

[0051] 如上文讨论的那样,在INDE参考架构中的不同部件可以例如包括:(1)INDE核心120;(2)INDE变电站180;以及(3)INDE设备188。以下章节讨论INDE参考架构的这三个示例元件组并且提供对各组的部件的描述。

[0052] INDE核心

[0053] 图2示出了INDE核心120,如图1A-图1C中所示,该INDE核心是INDE参考架构可以驻留于运行控制中心中的部分。INDE核心120可以包含用于存储电网数据的统一数据架构,以及用于分析以对该数据进行操作的集成方案。此数据架构可以使用国际电工委员会(IEC)共同信息模型(CIM)作为它的上层方案。IEC CIM是已经为IEC官方所采用的由电力行业开发的标准,该标准的目标是允许应用软件交换与电网的配置和状态有关的信息。

[0054] 此外,此数据架构可以利用联盟中间件134以将其他类型的电力机构数据(例如如计量表数据、运行和历史数据、日志和事件文件)以及连通性和元数据文件连接到单个数据架构中,该数据架构可以具有单个进入点供包括企业应用在内的高级应用访问。实时系统也可以经由高速数据总线访问关键数据储存,并且若干数据储存可以接收实时数据。可以在智能电网中的一个或者多个总线内传送不同类型的数据。如下文在INDE变电站180此节

中讨论的那样,可以在变电站收集和本地存储变电站数据。特别地,可与变电站关联和邻近的数据库可以存储变电站数据。也可以在变电站计算机执行和在变电站数据库存储与变电站级有关的分析,并且可以向控制中心传送所有或者部分数据。

[0055] 传送的数据类型可以包括运行和非运行数据、事件、电网连通性数据和网络位置数据。运行数据可以包括但不限于:交换机状态、馈送状态、电容器状态、区段状态、计量表状态、FCI状态、线路传感器状态、电压、电流、有效功率、无效功率等。非运行数据可以包括但不限于:功率质量、功率可靠性、资产状况、压力数据等。可以使用运行、非运行数据总线146来传送运行和非运行数据。在电网的电功率传输和、或电力配送中的数据收集应用可以负责向运行、非运行数据总线146发送一些或者所有数据。以此方式,需要此信息的应用可以能够通过订阅信息或者通过调用可以使数据可用的服务来获得此数据。

[0056] 如下文讨论的那样,事件可以包括源于作为智能电网一部分的各种设备和传感器的消息和、或警报。可以直接从智能电网上的设备和传感器生成以及由各种分析应用基于来自这些传感器和设备的测量数据来生成事件。事件的示例可以包括计量表断电、计量表警报、变压器断电等。电网设备(智能功率传感器(例如具有嵌入式处理器的传感器,该传感器可以被编程用于数字处理能力)、温度传感器等)之类的电网部件、包括附加嵌入式处理(RTU等)的功率系统部件、智能计量表网络(计量表状况、计量表读数等)和移动场力设备(断电事件、工作订单完成等)可以生成事件数据、运行和非运行数据。可以经由事件总线147传输在智能电网内生成的事件数据。

[0057] 电网连通性数据可以限定电力机构电网的布局。可以有如下基本布局,该布局限定电网部件(变电站、分段、馈送、变压器、交换机、自动开关、计量表、传感器、电力机构极等)的物理布局及其在安装时的互通性。基于电网内的事件(部件失效、维护活动等),电网连通性可以在连续基础上改变。如下文具体讨论的那样,数据如何存储的结构以及数据的组合允许对在各种以往事件的电网布局的历史重建。当对电力机构电网进行修改时,可以定期从地理信息系统(GIS)提取电网连通性数据,并且此信息在GIS应用中更新。

[0058] 网络位置数据可以包括与通信网络上的电网部件有关的信息。此信息可以用来向特定电网部件发送消息和信息。当安装新智能电网部件时,可以向智能电网数据库中手动输入网络位置数据,或者,在外部维护此信息的情况下,可以从资产管理系统提取该信息。

[0059] 如下文具体讨论的那样,可以从电网中的各种部件(例如INDE变电站180和、或INDE设备188)发送数据。可以向INDE核心120以无线方式、以有线方式或者以二者的组合方式发送数据。数据可以由电力机构通信网络160接收,其可以向路由设备190发送数据。路由设备190可以包括用于管理将数据路由到总线的分段上(当总线包括分段式总线结构时)或者独立总线上的软件和、或硬件。路由设备可以包括一个或者多个交换机或者路由器。路由设备190可以包括如下联网设备,该联网设备的软件和硬件向一个或者多个总线路由和、或转发数据。例如,路由设备190可以将运行和非运行数据路由至运行、非运行数据总线146。路由器也可以将事件数据路由至事件总线147。

[0060] 路由设备190可以基于一种或者多种方法来确定如何为数据路由。例如,路由设备190可以检查传输的数据中的一个或者多个头部以确定是将数据路由到用于运行、非运行数据总线146的分段,还是路由到用于事件总线147的分段。特别地,在数据中的一个或者多个头部可以指示数据是否为运行、非运行数据(使得路由设备190将该数据路由至运行、非

运行数据总线146),或者数据是否为事件数据(使得路由设备190将该数据路由至事件总线147)。备选地,路由设备190可以检查数据的净荷,以确定数据类型(例如路由设备190可以检查数据的格式以确定数据是运行、非运行数据还是事件数据)。

[0061] 储存之一(例如存储运行数据的运行数据仓库137)可以实现为真正的分布式数据库。另一储存,即历史库(在图1和图2中标识为历史数据136)可以实现为分布式数据库。这两个数据库的另一“端”可以位于INDE变电站180此组中(下文讨论)。另外,可以经由复杂事件处理总线向若干数据储存中的任一个中直接存储事件。特别地,事件可以存储于事件日志135中,事件日志135可以是用于向事件总线137发布的所有事件的储存库。事件日志可以存储以下各项中的一个、一些或者全部:事件ID;事件类型;事件来源;事件优先级;以及事件生成时间。事件总线147无需长期存储事件从而为所有事件提供持续性。

[0062] 数据的存储可以是这样的,使得数据尽可能或者可行地靠近其来源。在一种实施方式中,这例如可以包括在INDE变电站180存储变电站数据。但是也可能在运行控制中心级116需要此数据,以进行在更精细的粒度考量电网的不同类型的决策。与分布式智能方式结合,可能已经采用分布式数据方式,以通过使用可适用的数据库链接和数据服务来促进方案所有层级的数据可用性。以此方式,用于历史数据储存的方案(可以在运行控制中心级116可访问)可以类似于运行数据储存的方案。数据可以本地存储于变电站,并且在控制中心的储存库实例上配置的数据库链接提供在个体变电站处对该数据的访问。可以使用本地数据储存在变电站本地执行变电站分析。通过使用数据库链接访问本地变电站实例处的数据,可以在运行控制中心级116处执行历史分析、汇总分析。备选地,数据可以集中存储于INDE核心120。然而,给定可能需要从INDE设备188传输的数据量,该数据可以优选地存储在INDE设备188处。特别地,如果有数以千计或者数以万计的变电站(可能发生于电网中),则需要向INDE核心120传输的数据数量可能引起通信瓶颈。

[0063] 最后,INDE核心120可以对电网中的INDE变电站180或者INDE设备188中的一个、一些或者全部进行编程或者控制(下文讨论)。例如,INDE核心120可以修改编程(例如下载更新的程序)或者提供控制命令以控制INDE变电站180或者INDE设备188的任何方面(例如控制传感器或者分析)。在图2中未示出的其他元件可以包括各种集成元件以支持此逻辑架构。

[0064] 表1描述了如图2中所示INDE核心120的某些元件。

[0065]

INDE 核心元件	描述
CEP 服务 144	提供高速、低延时事件流处理、事件过滤和多流事件相关
集中电网分析应用 139	可以包括任何数目的商用或者定制分析应用, 可按照非实时方式使用, 主要根据核心中的数据储存来

[0066]

	运行
可视化/通知服务 140	支持数据、状态和事件流的可视化以及基于事件触发的自动通知
应用管理服务 141	支持应用起动和执行（例如应用支持服务 142 和分布式计算支持 143）的服务、Web 服务以及支持对分布式计算和自动化远程程序下载（例如 OSGi）
网络管理服务 145	自动化监测通信网络、应用和数据库；系统状况监测、故障根本原因分析（非电网）
电网元数据服务 126	用于存储、获取和更新系统元数据（包括电网和通信/传感器网连通性、点列表、传感器校准、协议、设备设置点等）的服务（例如连通性服务 127、名称转译 128 和 TEDS 服务 129）
电网数据/分析服务 123	用于支持访问电网数据和电网分析、分析管理的服 务（例如传感器数据服务 124 和分析管理服务 125）
元数据管理系统 121	元数据管理系统功能（例如 Lodestar）
AMOS 计量表数据服务	见下文讨论
实时复杂事件处理总线 147	专用于处置事件消息流的消息总线——专用总线的目的在于为高度突发性的时间消息洪流提供高带宽和低延时。事件消息可以是以 XML 消息的形式。可以使用其他类型的消息。 可以从运行/非运行数据分离并且可以在独立或者专用总线上传输事件。事件通常具有更高优先级，因为它们通常需要从电力机构运行角度出发的一些立即动作（来自有故障的计量表、变压器等的消息） 事件处理总线（和图 1 中所示关联事件相关处理服

[0067]

	务)可以将事件洪流过滤减少成可以由其他设备更好地遵循的解释。此外,事件处理总线可以取得多个事件流、发现跨多个事件流发生的各种模式并且提供多个事件流的解释。以此方式,事件处理总线可以并非简单地检查来自单个设备的事件数据、而不是查看多个设备(包括可能看来无关的多类设备)去发现相关。单个或者多个事件流的分析可以基于规则
实时运行/非运行数据总线 146	运行数据可以包括可以在电网控制中使用的反映电网电状态当前状态的数据(例如电流、电压、有效功率、无效功率等)。非运行数据可以包括反应设备“状况”或者状态的数据。 先前已经向具体设备直接传输运行数据(由此引起未使数据可用于其他设备或者其他应用的潜在“竖井(silo)”问题)。例如,先前向 SCADA(监督控制和数据采集)发送运行数据用于电网管理(监测和控制电网)。然而如例如在图 10-19 中讨论的那样,使用总线架构也可以将运行数据用于负载平衡、资产使用情况/优化、系统规划等。 先前通过派遣现场人员以收集运行数据(而不是向中央储存库自动发送非运行数据)来获得非运行数据。 通常在预定时间在电网中的各种设备中生成运行和非运行数据。这与如下文讨论的那样通常在脉冲串中生成的事件数据对照。

[0068]

	消息总线可以专用于处置来自变电站和电网设备的运行和非运行数据流。 专用总线的目的可以在于提供恒定低延时吞吐量以匹配数据流；如别处讨论的那样，单个总线可以用于在一些境况中传输运行和非运行数据以及事件处理数据（有效地组合运行/非运行数据总线与事件处理总线）。
运行服务总线 130	消息总线，其支持集成典型电力机构运行应用（EMS（能源管理系统）、DMS（配送管理系统）、OMS（断电管理系统）、GIS（地理信息系统）、调派）与更新智能电网功能和系统（DRMS（需求响应管理系统）、外部分析、CEP、可视化）。包括运行/非运行数据总线 146、事件数据总线 147 和运行服务总线 130 的各种总线可以经由安全框架 117 获得天气馈送等。 如图 1 中所示，运行服务总线 130 可以充当向电力机构内勤应用提供关于智能电网的信息的提供者。分析应用可以将来自电网上的传感器和设备的原始数据转变成可加工的信息，该信息将可用于电力机构应用执行动作以控制电网。虽然在电力机构内勤应用与 INDE 核心 120 之间的多数交互有望通过此总线发生，但是电力机构应用也将有权访问其他两个总线并且也将消耗来自那些总线的的数据（例如来自运行/非运行数据总线 146 的计量表读数、来自事件总线 147 的断电事件）
CIM 数据仓库 132	用于组织电网数据的顶级数据储存；使用 IEC CIM 数据方案；提供用于从运行系统和企业系统访问电

[0069]

	网数据的主联络点。联盟中间件允许与各数据库的通信。
连通性仓库 131	连通性仓库 131 可以包含电网部件的电连通性信息。可以从电力机构的地理信息系统 (GIS) 导出此信息, 该 GIS 保持组成电网的部件的实际构建地理位置。在连通性仓库 131 中的数据可以描述与电网的所有部件 (变电站、馈送、区段、分段、支路、t-区段、电路断路器、自动开关、交换机等—基本上所有资产) 有关的分级信息。连通性仓库 131 可以具有实际构建资产和连通性信息。因此, 连通性仓库 131 可以包括资产数据库, 该数据库包括附接至电网部件的所有设备和传感器。
计量表数据仓库 133	计量表数据仓库 133 可以提供对计量表使用数据的迅速访问用于分析。此储存库可以保持来自在客户场所的计量表的所有计量表读数信息。从计量表收集的数据可以存储于计量表数据仓库 133 中并且提供给其他电力机构应用用于计费 (或者其他内勤运营) 以及其他分析。
事件日志 135	各种电力机构系统的运行附带的日志文件收集。事件日志 135 可以用于事件的后抵押分析和用于数据挖掘
历史数据 136	形式为标准数据历史记录 (historian) 的遥测计量数据归档。历史数据 136 可以保持时序非运行数据以及历史运行数据。可以使用历史数据 136 中的数据来执行与诸如功率质量、可靠性、资产状况等项目有关的分析。此外如下文讨论的那样, 历史数据 136 可以用来通过将此储存库中的历史运行数据与存储于连通性数据集市中的实际构建电网拓扑结合使用在任何时间点导出电网的拓扑。另外如下文讨论的

[0070]

	那样可以存储数据作为平记录。
运行数据 137	运行数据 137 可以包括实时电网运行数据库。可以用变电站中的元件（用运行数据 137 中的链接）以及运行中心中的元件以真正分布式形式构建运行数据 137。特别地，运行数据 137 可以保持从附接至电网部件的传感器和设备获得的数据测量。历史数据测量未保持于此数据储存中而是保持于历史数据 136 中。可以用从这些传感器和设备获得的最新测量来更新运行数据 137 中的数据库表。
DFR/SER 文件 138	数字故障记录器和串行事件记录器文件；用于事件分析和数据挖掘；文件一般由电力机构系统和设备在变电站中创建。

[0071] 表1:INDE核心元件

[0072] 如表1中讨论的那样,实时数据总线146(传送运行和非运行数据)以及实时复杂事件处理总线147(传送事件处理数据)是单个总线346。在图3A-图3C中的块300中示出了此点的示例。

[0073] 如图1A-图1C中所示,出于性能考虑,总线是独立的。对于CEP处理,低延时对于面临很大消息脉冲串的某些应用可能是重要的,另一方面,多数电网数据流或多或少是恒定的,而数字故障记录器文件是例外,但是通常可以在受控基础上获取这些文件,而事件脉冲串是异步和随机的。

[0074] 图1还示出了运行控制中心116中独立于INDE核心120的附加元件。特别地,图1还示出了计量表数据收集头端153,它是负责与计量表通信的系统(例如,从计量表收集数据,并且向电力机构提供收集的数据)。需求响应管理系统154是与在一个或者多个客户场所的、可由电力机构控制的设备通信的系统。断电管理系统155是通过跟踪断电位置、通过管理调派什么以及通过如何修复它们来辅助电力机构管理断电的系统。能源管理系统156是传输系统级控制系统,控制传输电网上的变电站(例如)中的设备。配送管理系统157是配送系统级控制系统,控制用于配送电网的变电站和馈送设备(例如)中的设备。IP网络服务158是在支持IP类型通信(例如DHCP和FTP)的一个或者多个服务器上操作的服务集合。调派移动数据系统159是向现场移动数据终端传输、接收消息的系统。电路和负载流分析、规划、雷电分析和电网仿真工具152是电力机构在用于电网的设计、分析和规划中使用的工具集合。IVR(综合语音响应)和呼叫管理151是用于处置客户呼叫(自动化或者由服务员进行)的系统。与断电有关的传入电话呼叫可以自动或者手动输入,并被转发至断电管理系统155。工作管理系统150是监测和管理工作订单的系统。地理信息系统149是包含与资产在地理上位于何处以及如何将资产连接在一起有关的信息的数据库。如果环境具有面向服务架构(SOA),则运行SOA支持148是用于支持SOA环境的服务集合。

[0075] 运行控制中心116中的在INDE核心120外部的一个或者多个系统是电力机构可以具有的旧有产品系统。这些旧有产品系统的示例包括运行SOA支持148、地理信息系统149、工作管理系统150、呼叫管理151、电路和负载流分析、规划、雷电分析和电网仿真工具152、计量表数据收集头端153、需求响应管理系统154、断电管理系统155、能源管理系统156、配送管理系统157、IP网络服务158和调派移动数据系统159。然而这些旧有产品系统可能无法处理或者处置从智能电网接收的数据。INDE核心120可以能够从智能电网接收数据,处理来自智能电网的数据,并且以一个或者多个旧有产品系统可以使用的方式(例如旧有产品系统特有的特定格式化)向旧有产品系统传送经处理的数据。以此方式,INDE核心120可被视为中间件。

[0076] 包括INDE核心120的运行控制中心116可以与企业IT115通信。一般而言,企业IT115中的功能包括内勤运营。特别地,企业IT115可以使用企业集成环境总线114以向企业IT115内包括业务数据仓库104、业务智能应用105、企业资源规划105、各种财务系统107、客户信息系统108、人力资源系统109、资产管理系统110、企业SOA支持111、网络管理系统112和企业消息收发服务113的各种系统发送数据。企业IT115还可以包括门户103,用以经由防火墙102与因特网101通信。

[0077] INDE变电站

[0078] 图4示出了INDE变电站180组的高级架构的示例。此组可以包括在与变电站电子设备和系统共同定位的一个或者多个服务器上的变电站控制室处的变电站170中实际容纳的元件。

[0079] 下表2列举和描述了某些INDE变电站180此组的元件。数据安全服务171可以是变电站环境的部分;备选地,它们可以集成到INDE变电站180此组中。

[0080]

INDE 变电站 元件	描述
非运行数据储存 181	性能和状况数据；这是分布式数据历史记录部件
运行数据储存 182	实时电网状态数据；这是真正分布式数据库的部分
接口 / 通信栈 187	支持包括 TCP/IP、SNMP、DHCP、SFTP、IGMP、ICMP、DNP3、IEC61850 等的通信
分布式/远程计算支持 186	支持远程程序分发、过程间通信等(例如 DCE、JINI、OSGi)
信号/波形处理 185	支持实时数字信号处理部件；数据规范化；工程单位转换
检测/归类处理 184	支持实时事件流处理、检测器和事件/波形归类器 (ESP、ANN、SVM 等)
变 电 站 分 析	支持可编程实时分析应用；DNP3 扫描主控；

[0081]

183	变电站分析可以允许分析实时运行数据和非运行数据，以确定是否已经发生了“事件”。“事件”确定可以基于规则而规则基于数据来确定多个可能事件之一是否发生。变电站分析也可以允许基于确定的事件来自动修改变电站的运行。以此方式，电网（包括电网的各种部分）可以“自愈”。该“自愈”方面避免了需要向主管方传输数据、在主管方分析数据以及在纠正电网中的问题之前从主管方向电网发送命令。 除了确定“事件”之外，变电站分析也可以生成用于向主管方传输的工作订单。工作订单例如可以用于调度设备（例如变电站）的修复。
变电站 LAN 172	在变电站以内局部联网到变电站的各种部分，例如微处理器中继器 173、变电站仪器 174、事件文件记录器 175 和站 RTU 176。
安全服务 171	变电站可以经由安全服务层来与各种电力机构通信网络外部通信。

[0082] 表2INDE变电站元件

[0083] 如上文讨论的那样，智能电网内的不同元件可以包括附加功能，包括附加处理、分析能力和数据库资源。智能电网内的各种元件内使用此附加功能实现对应用和网络性能进行集中管理和监管的分布式架构。出于功能、性能和可扩展性原因，涉及到数以千计至数以万计INDE变电站180和数以千计至数以百万计电网设备的智能电网可以包括分布式处理、数据管理和过程通信。

[0084] INDE变电站180可以包括一个或者多个处理器以及一个或者多个存储器设备（例如变电站非运行数据181和变电站运行数据182）。非运行数据181和变电站运行数据182可以与变电站关联和邻近，例如位于INDE变电站180之中或者之上。INDE变电站180还可以包括智能电网的如下部件，其负责智能电网在变电站级的可观测性。INDE变电站180的部件可以提供三个主要功能：运行数据的获取以及在分布式运行数据储存中的存储；非运行数据的采集以及在历史记录中的存储；以及在实时（例如亚秒）基础上的本地分析处理。处理可以包括电压和电流波形的数字信号处理、检测和归类处理（包括事件流处理）；以及向本地系统和设备以及在运行控制中心116的系统传送处理结果。在INDE变电站180与电网中的其他设备之间的通信可以是有线方式、无线方式或者有线和无线方式的组合。例如，从INDE变电站180向运行控制中心116传输数据可以是有线方式。INDE变电站180可以向运行控制中

心116传输数据,例如运行、非运行数据或者事件数据。路由设备190可以将传输的数据路由至运行、非运行数据总线146或者事件总线147之一。

[0085] 这里还可以执行针对配送损耗管理的需求响应优化。此架构是根据先前讨论的分布式应用架构原理。

[0086] 例如可以在变电站170处和运行控制中心116处复制连通性数据,由此,即使通向运行控制中心116的数据通信网络不可用,也将允许变电站170独立运行。在本地存储此信息(连通性)时,即使与运行控制中心的通信链路不可用,仍然可以本地执行变电站分析。

[0087] 类似地,可以在运行控制中心116处和变电站170处复制运行数据。可以收集来自特定变电站的关联传感器和设备的数据,并且可以在变电站的此数据储存中存储最新测量。运行数据储存的数据结构可以相同,因此数据库链接可以用来通过运行数据储存在控制中心的实例来提供对驻留于变电站上的数据的无缝访问。这提供诸多优点,包括:减轻数据复制,以及使对时间较为敏感的变电站数据分析能够本地进行而不依赖于变电站以外的通信可用性。在运行控制中心级116的数据分析可以对时间敏感性较低(因为运行控制中心116通常可以检查历史数据以辨别更有预测性的模式,而不是非反应式的),并且可以能够解决网络问题(如果有的话)。

[0088] 最后,历史数据可以本地存储于变电站,并且数据的副本可以存储于控制中心。或者,可以在运行控制中心116的储存库实例上配置数据库链接,从而为运行控制中心提供对个体变电站处数据的访问。可以使用本地数据储存在变电站170本地执行变电站分析。特别地,使用变电站处的附加智能和储存能力允许变电站自我分析和自我纠正,而无需来自主管方的输入。备选地,还可以通过使用数据库链接访问本地变电站实例处的数据,在运行控制中心级116执行历史、集体分析。

[0089] INDE设备

[0090] INDE设备188群组可以包括智能电网内的任何多种设备,包括智能电网内的各种传感器,例如各种配电电网设备189(例如在功率线路上的线路传感器),客户场所的计量表163等。INDE设备188群组可以包括向电网添加的具有特定功能的设备,例如包括专用编程的智能远程终端元件(RTU);或者可以包括电网内的具有附加功能的已有设备(例如在电网中已经就位的已有开放架构极顶RTU,该RTU可以被编程为产生智能线路传感器或者智能电网设备)。INDE设备188还可以包括一个或者多个处理器以及一个或者多个存储器设备。

[0091] 已有电网设备从软件观点来看可能并不开放,并且可能对现代联网或者软件服务的支持不是很好。已有电网设备可能已经被设计为获取和存储数据,以便向诸如膝上型计算机的某些其他设备偶然转载,或者按照需求经由PSTN线路向远程主机传送批文件。这些设备可能未被设计用于在实时数字网络环境中运行。在这些情况下,根据已有通信网络是如何被设计的,可以在变电站级170或者在运行控制中心级116获得电网设备数据。在计量表网络的情况下,情况通常是从计量表数据收集引擎获得数据,因为计量表网络通常是封闭的,并且可能无法对计量表直接寻址。随着这些网络演变,计量表和其他电网设备可以是个体可寻址的,使得数据可以直接地传向需要它的地方,未必是运行控制中心116而可以是电网上的任何地方。

[0092] 诸如故障电路指示器的设备可以与无线网络接口卡结合,以便通过最适度速度(例如100kbps)的无线网络进行连接。这些设备可以报告异常状态,并且执行固定的预编程

功能。可以通过使用本地智能RTU来增加多个电网设备的智能性。可以将RTU用作可由第三方编程并且可充当INDE参考架构中的INDE设备188的开放架构设备,而不是将极顶RTU设计为具有固定功能的、封闭的架构设备。客户场所处的计量表也可以用作传感器。例如,计量表可以测量消耗(例如消耗多少能源以便计费)并且可以测量电压(用于在伏特·伏安优化中使用)。

[0093] 图5A-图5B示出了用于INDE设备188群组的示例架构。表3描述了某些INDE设备188的元件。智能电网设备可以包括嵌入式处理器,因而处理元件与SOA服务不很相似,而是与实时程序库例程更为相似,因为设备群组是实现在专用实时DSP或者微处理器上。

[0094]

INDE 设备元 件	描述
环 形 缓 存 器 502	用于从模拟换能器采样的数字波形(例如电压和电流波形)的本地圆形缓存器储存,可以用来保持用于在不同时间段的波形的数据,从而如果检测到事件,也可以存储造成事件的波形数据
设备状态缓存 器 504	用于外部设备状态和状态转变数据的缓存器储存
三相频率跟踪 器 506	计算来自所有三相的功率频率的运行估计;用于与其他数据的频率相关以及电网稳定性和功率质量测量(尤其如与 DG 有关)
傅里叶变换块 508	将时域波形转换成频域以实现频域分析

[0095]

时域信号分析 510	在时域中处理信号；执行瞬态和包络行为测量
频域信号分析 512	在频域中处理信号；提取 RMS 和功率参数
次级信号分析 514	相量的计算和补偿；所选误差/故障测量的计算
三级信号分析 516	基于 GPS 定时和系统参考角来计算同步相量
事件分析和触发 518	处理用于事件检测的所有分析和文件捕获的触发。不同类型的 INDE 设备可以包括不同事件分析能力。例如，线路传感器可以检查 ITIC 事件、检查波形中的尖峰。如果发生尖峰（或者发生连串尖峰），则具有事件分析能力的线路传感器可以确定已经发生“事件”并且也可以提供关于事件原因的推荐。事件分析能力可以基于规则而不同规则用于不同 INDE 设备和不同应用
文件储存捕获/格式化/传输 520	基于事件触发来捕获来自环形缓存器的数据
波形流服务 522	支持向远程显示客户机用流传送波形
通信栈	支持网络通信和远程程序加载
GPS 定时 524	提供高分辨率定时以在宽地理区域内协调应用并且同步数据收集。生成的数据可以包括 GPS 数据帧时间戳 526。
状态分析 528	捕获用于状态消息的数据

[0096] 表3INDE设备元件

[0097] 图1A还描绘了客户场所179,其可以包括一个或者多个智能计量表163、户内显示器165、一个或者多个传感器166和一个或者多个控制器167。在实践中,传感器166可以注册在客户场所179的一个或者多个设备的数据。例如,传感器166可以注册客户场所179处的炉子、热水加热器、空调器等各种主要电器的数据。来自一个或者多个传感器166的数据可以

被发送至智能计量表163其可以封装数据以便经由电力机构通信网络160向运行控制中心116传输。户内显示器165可以向客户场所的客户提供输出设备,以实时查看从智能计量表163和一个或者多个传感器166收集的数据。此外,输入设备(例如键盘)可以与户内显示器165关联,使得客户可以与运行控制中心116通信。在一个实施方式中,户内显示器165可以包括驻留于客户场所的计算机。

[0098] 客户场所165还可以包括可对在客户场所179的一个或者多个设备进行控制的控制器167。根据来自运行控制中心116的命令,可以控制客户场所179的加热器、空调器等各种电器。

[0099] 如图1A中所示,客户场所169可以例如经由因特网168、公共交换电话网络(PSTN)169或者经由专用线路(例如经由收集器164)以多种方式通信。可以经由列举的通信信道中的任一个发送来自一个或者多个客户场所179的数据。如图1中所示,一个或者多个客户场所179可以包括智能计量表网络178(包括多个智能计量表163),它向收集器164发送数据以便经由电力机构管理网络160向运行控制中心116发送。另外,分布式能源生成、储存162的各个源(例如太阳能电池等)可以向监测控制器161发送数据,以便经由电力机构管理网络160与运行控制中心116通信。

[0100] 如上文提到的那样,在运行控制中心116外部的电网中的设备可以包括处理和/或存储能力。设备可以包括INDE变电站180和INDE设备188。除了电网中包括附加智能性的个体设备之外,个体设备可以与电网中的其他设备通信以交换信息(包括传感器数据和/或分析数据(例如事件数据)),以分析电网的状态(例如确定故障)以及改变电网的状态(例如纠正故障)。特别地,个体设备可以使用以下各项:(1)智能(例如处理能力);(2)储存(例如上文讨论的分布式储存);以及(3)通信(例如使用上文讨论的一个或者多个总线)。以此方式,在电网中的个体设备可以相互通信和配合而无需来自运行控制中心116的监管。

[0101] 例如,上文公开的INDE架构可以包括这样的设备,该设备感测馈送电路上的至少一个参数。该设备还可以包括处理器,其监测感测到的馈送电路上的参数,并且分析感测的参数以确定馈送电路的状态。例如,对感测的参数的分析可以包括比较感测的参数与预定阈值和/或可以包括趋势分析。一个这样的感测参数可以包括感测波形,而一种这样的分析可以包括确定感测的波形是否指示馈送电路上的故障。该设备还可以与一个或者多个变电站通信。例如,特定变电站可以向特定馈送电路供应功率。该设备可以感测特定馈送电路的状态,并且确定在特定馈送电路上是否有故障。该设备可以与变电站通信。变电站可以分析该设备确定的故障,并且可以根据故障采取纠正动作(例如减少向馈送电路供应的功率)。在设备发送指示故障的数据(基于波形分析)的示例中,变电站可以更改向馈送电路供应的功率而无需来自运行控制中心116的输入。或者,变电站可以对指示故障的数据与来自其他传感器的信息进行结合,以进一步细化故障分析。变电站还可以与运行控制中心116通信,例如断电智能应用(例如图13A-图13B中讨论的那样)和/或故障智能应用(例如图14A-图14C中讨论的那样)。因此,运行控制中心116可以确定故障,并且可以确定断电的范围(例如受故障影响的住宅数目)。以此方式,感测馈送电路状态的设备可以与变电站配合工作,以便在需要或者不需要运行控制中心116干预的情况下纠正潜在的故障。

[0102] 作为另一示例,线路传感器(包括使用处理和/或存储器能力的附加智能性)可以产生部分电网(例如馈送电路)中的电网状态数据。电网状态数据可以与运行控制中心116

处的需求响应管理系统155共享。需求响应管理系统155可以响应于来自线路传感器的电网状态数据,控制馈送电路上的客户场所处的一个或者多个设备。特别地,响应于线路传感器指示馈送电路断电,需求响应管理系统155可以命令能源管理系统156和/或配送管理系统157:通过关断客户站点处从该馈送电路接收功率的电器,来减少该馈送电路的负载。以此方式,线路传感器与需求响应管理系统155相结合,可以从有故障的馈送电路自动地转移负载,继而隔离故障。

[0103] 作为又一示例,电网中的一个或者多个继电器可以具有与之关联的微处理器。这些继电器可以与驻留于电网中的其他设备和/或数据库通信,以确定故障和/或控制电网。

[0104] INDS概念和架构

[0105] 外包的智能电网数据/分析服务模型

[0106] 智能电网架构的一种应用允许电力机构订阅电网数据管理和分析服务,同时保持传统的室内控制系统和有关运行系统。在此模型中,电力机构可以安装和拥有电网传感器和设备(如上文所述),而且电力机构可以拥有和运行电网数据传输通信系统,或者可以将其外包。电网数据可以从电力机构流向远程智能网络数据服务(INDS)主控站点,在此数据可以被管理、存储和分析。电力机构继而可以订阅遵循适当服务财务模型的数据和分析服务。电力机构可以避免对智能电网数据/分析基础结构管理、支持和升级的初始资本开支投资和现行成本,以换取费用。上文讨论的INDE参考架构应用于这里描述的外包管理。

[0107] 用于智能电网服务的INDS架构

[0108] 为了实现INDS服务模型,INDE参考架构可以划分为元件组,其可以远程主控,并且可以保持在电力机构处。图6A-图6C示出了INDE核心120在远程时的电力机构架构。可以包括充当与远程系统的接口的服务器,作为INDE核心120的一部分。对于电力机构系统来说,这如同是虚拟INDE核心602。

[0109] 如图6A-图6C中的总体框图600所示,INDE变电站180和INDE设备188群组相对于图1A-图1C中所示的群组没有改变。同样,在电力机构处仍然可以采用多总线结构。

[0110] 如图7中的框图700所示,可以远程主控INDE核心120。在主导站点,可以按照需要安装INDE核心120以支持电力机构INDS订户(表示为北美INDS主导中心702)。每个核心120可以是模块化系统,使得添加新订户是例行操作。相对于电力电力机构的独立方可以管理和支持用于一个、一些或者所有INDE核心120的软件,以及从INDS主导站点向各电力机构的INDE变电站180和INDE设备188下载的应用。

[0111] 为了促进通信,可以使用例如经由网络704(例如MPLS或者其他WAN)的高带宽低延时通信服务,其可以到达订户电力机构运行中心以及INDS主导站点。如图7中所示,可以服务于各个地区,例如加利福尼亚州、佛罗里达州和俄亥俄州。这种运行模块性不仅允许高效管理各种不同电网,还允许更好的电网间管理。存在这样的情况:一个电网中的故障可能影响邻近电网中的运行。例如,俄亥俄州电网中的故障可能对邻近电网(诸如亚特兰大中部电网)中的运行具有级联效应。使用如图7中所示模块化结构允许管理个体电网和管理电网间运行。特别地,总INDS系统(包括处理器和存储器)可以管理各个INDE核心120之间的相互作用。这可以降低从一个电网向另一电网级联的灾难性故障的可能性。例如,在俄亥俄州电网中的故障可能级联到邻近电网,例如亚特兰大中部电网。专用于管理俄亥俄州电网的INDE核心120可以尝试纠正俄亥俄州电网中的故障。并且总INDS系统可以尝试降低在邻近电网

中发生级联故障的可能性。

[0112] 在INDE核心中的功能的具体示例

[0113] 如图1、图6和图7中所示,在INDE核心120中包括各种功能(由框代表),其中两个功能是:计量表数据管理服务(MDMS)121以及计量分析和服务122。由于架构的模块性,所以可以并入各种功能,例如MDMS121以及计量分析和服务122。

[0114] 可观测性过程

[0115] 如上文讨论的那样,应用服务的一个功能可以包括可观测性过程。可观测性过程可以允许电力机构“观测”电网。这些过程可以负责解释从电网上的所有传感器和设备接收的原始数据,并且将它们转变成可起作用的信息。图8包括观测性过程的一些示例的列举。

[0116] 图9A-图9B示出了电网状态测量和运行过程的流程图900。如图所示,数据扫描器可以请求计量表数据,如框902所示。可以向一个或者多个电网设备、变电站计算机和线路传感器RTU发送请求。响应于该请求,设备可以收集运行数据,如框904、908、912所示;以及可以发送数据(例如一条、一些或者所有运行数据,例如电压、电流、有效功率和无效功率数据),如框906、910、914所示。数据扫描器可以收集运行数据,如框926所示;以及可以向运行数据储存发送数据,如框928所示。运行数据储存可以存储运行数据,如框938所示。运行数据储存还可以向历史记录发送数据的快照,如框940所示,并且历史记录可以存储数据的快照,如框942所示。

[0117] 计量表状态应用可以向计量表DCE发送针对计量表数据的请求,如框924所示;该计量表DCE转而向一个或者多个计量表发送请求以收集计量表数据,如框920所示。响应于该请求,一个或者多个计量表收集计量表数据,如框916所示;以及向计量表DCE发送电压数据,如框918所示。计量表DCE可以收集电压数据,如框922所示;以及向数据的请求方发送数据,如框928所示。计量表状态应用可以接收计量表数据,如框930所示;以及确定该计量表数据是用于单值过程还是电压分布电网状态,如框932所示。如果该计量表数据是用于单值过程,则将计量表数据发送给请求过程,如框936所示。如果计量表数据是用于存储以确定将来的电网状态,则将计量表数据存储于运行数据储存中,如框938所示。运行数据储存还向历史记录发送数据的快照,如框940所示,并且历史记录存储数据的快照,如框942所示。

[0118] 图9A-图9B还示出了与需求响应(DR)有关的动作。需求响应是指用于响应于供应状况(例如,使电力客户减少它们在关键时间的消耗)或者响应于市场价格来管理客户耗电的动态需求机制。这可以包括:实际缩减所用功率,或者通过启动与电网并联连接或非并联连接的电站。这可以不同于能源效率,其中能源效率表示:在连续基础上或者无论何时执行相同任务时,使用较少的功率执行该任务。在需求响应中,使用一个或者多个控制系统的客户可以响应于电力机构的请求或者市场价格条件来减载。在关键时段期间,可以根据预先规划的负载优先顺序方案来减少服务(灯、机器、空调)。减载的备选方案是现场发电以补充电网。在紧张电力供应的条件之下,需求响应可以明显降低高峰价格,并且通常降低电力价格波动性。

[0119] 需求响应通常可以表示用来鼓励消费者减少需求由此降低对高峰电力需求的机制。由于电系统通常设置为对应于高峰需求(加上用于错误和不可预见事件的裕度),所以降低高峰需求可以减少总电厂和资本成本要求。然而根据发电容量的配置,需求响应也可以用来增加在高生产和低需求时的需求(负载)。一些系统由此可以鼓励能源储存在低需求

与高需求时段(或者低价格与高价格)之间套利。随着间歇功率源(诸如风力)在系统中的比例增长,需求响应可能变得对于电网的有效管理越来越重要。

[0120] DR状态应用可以请求DR可用容量,如框954所示。DR管理系统继而可以请求来自一个或者多个DR住宅设备的可用容量,如框948所示。一个或者多个住宅设备可以响应于该请求而收集可用DR容量,如框944所示;以及向DR管理系统发送DR容量和响应数据,如框946所示。DR管理系统可以收集DR容量和响应数据,如框950所示;以及向DR状态应用发送DR容量和响应数据,如框952所示。DR状态应用可以接收DR容量和响应数据,如框956所示;以及向运行数据储存发送容量和响应数据,如框958所示。运行数据储存可以存储DR容量和响应数据,如框938所示。运行数据储存还可以向历史记录发送数据的快照,如框940所示;并且历史记录可以存储数据的快照,如框942所示。

[0121] 变电站计算机可以请求来自变电站应用的应用数据,如框974所示。作为响应,变电站应用可以从变电站设备的应用进行请求,如框964所示。变电站设备可以收集应用数据,如框960所示;以及向变电站设备发送应用数据(可以包括电压、电流、有效功率和无效率功率数据中的一个、一些或者全部),如框962所示。变电站应用可以收集应用数据,如框966所示;以及向请求方(可以是变电站计算机)发送应用数据,如框968所示。变电站计算机可以接收应用数据,如框970所示;以及向运行数据储存发送应用数据,如框972所示。

[0122] 变电站状态测量和运行数据过程可以包括在给定时间点导出电网状态和电网拓扑,以及向其他系统和数据储存提供此信息。子过程可以包括:(1)测量和捕获电网状态信息(这涉及先前讨论的与电网有关的运行数据);(2)向其他分析应用发送电网状态信息(这允许诸如分析应用的其他应用访问电网状态数据);(3)持续将电网状态快照送至连通性.运行数据储存(这允许以适当格式将电网状态信息更新至连通性.运行数据储存)以及向历史记录转发此信息以便保留,从而使得可以在以后的时间点导出某时间点的电网拓扑;

[0123] (4)基于默认连通性和当前电网状态导出某时间点的电网拓扑(如下文具体讨论的那样,这通过将历史记录中的电网状态的时间点快照应用于连通性数据储存中的基本连通性,来提供给定时间点的网格拓扑);以及(5)响应于请求向应用提供电网拓扑信息。

[0124] 关于子过程(4),可以导出在预定时间内(例如实时、30秒前、1个月前等)的电网拓扑。为了重建电网拓扑,可以使用多个数据库和用于访问多个数据库中的数据以重建电网拓扑的程序。一个数据库可以包括存储基本连通性数据的关系数据库(“连通性数据库”)。连通性数据库可以保持实际构建电网拓扑信息以便确定基线连通性模型。根据对电网的升级,例如在电网中添加或者修改电路(例如向电网添加的附加馈送电路),可以定期向此数据库中更新资产和拓扑信息。连通性数据库可以视为“静态”,因为它并不改变。如果电网结构发生改变,则连通性数据库可以改变。例如,如果馈送电路发生改动、例如添加馈送电路,则连通性数据库可以改变。

[0125] 可以根据图18A-图18D中绘出的分级模型来导出连通性数据库的结构1800的一个示例。将结构1800划分成四个部分,图18A为左上部分、图18B为右上部分、图18C为左下部分,图18D为右下部分。特别地,图18A-图18D是实体关系图的示例,该图是一种用于代表基线连通性数据库的抽象方法。图18A-图18D中的分级模型可以保持元数据,其描述电网并且可以描述电网的各部件以及部件之间的关系。

[0126] 第二数据库可以用来存储“动态”数据。第二数据库可以包括非关系数据库。非关

系数据库的一个示例可以包括历史记录数据库,该数据库存储时序非运行数据以及历史运行数据。历史记录数据库可以存储一系列“平面”记录,例如:(1)时间戳;(2)设备ID;(3)数值;以及(4)设备状态。此外,可以对存储的数据进行压缩。因此,电网中的运行、非运行数据可以被容易地存储并且是可管理的,即使在大量数据可用时也是如此。例如,5千兆字节级的数据可以在任何给定时间在线供使用以便重建电网拓扑。由于数据存储在简单的平面记录中(例如,无组织方式),所以它允许高效存储数据。如下文具体讨论的那样,可以按照具体标志如时间戳来访问数据。

[0127] 针对电网的各种分析可能希望接收在特定时间点的电网拓扑作为输入。例如,与功率质量、可靠性、资产状况等有关的分析可以使用电网拓扑作为输入。为了确定电网拓扑,可以访问连通性数据库中的数据所限定的基线连通性模型。例如,如果需要特定馈送电路的拓扑,则基线连通性模型可以限定电网中的特定馈送电路中的各种交换机。此后可以访问历史记录数据库(基于特定时间)以确定特定馈送电路中的交换机的值。继而,程序可以组合来自基线连通性模型和历史记录数据库的数据,以生成在特定时间处特定馈送电路的表示。

[0128] 一个用于确定电网拓扑的较为复杂示例可以包括具有级间交换机和区段化交换机的多个馈送电路(例如,馈送电路A和馈送电路B)。根据某些交换机的交换机状态(例如级间交换机和、或区段化交换机),馈送电路的区段可以属于馈送电路A或者馈送电路B。确定电网拓扑的程序可以访问来自基线连通性模型和历史记录数据库的数据,以确定特定时间处的连通性(例如,哪些电路属于馈送电路A或者馈送电路B)。

[0129] 图10示出了非运行数据过程的流程图1000。非运行性提取应用可以请求非运行数据,如框1002所示。作为响应,数据扫描器可以收集非运行数据,如框1004所示,其中电网中诸如电网设备、变电站计算机和线路传感器RTU的各种设备可以收集非运行数据,如框1006、1008、1110所示。如上文讨论的那样,非运行数据可以包括温度、功率质量等。电网中诸如电网设备、变电站计算机和线路传感器RTU的各种设备可以向数据扫描器发送非运行数据,如框1012、1014、1116所示。数据扫描器可以收集非运行数据,如框1018所示;以及向非运行性提取应用发送非运行数据,如框1020所示。非运行性提取应用可以收集非运行数据,如框1022所示;以及向历史记录发送收集的非运行数据,如框1024所示。历史记录可以接收非运行数据,如框1026所示;存储非运行数据,如框1028所示;以及向一个或者多个分析应用发送非运行数据,如框1030所示。

[0130] 图11示出了事件管理过程的流程图1100。数据可以基于电网中的各种事件从各种设备生成,并且经由事件总线147发送。例如,计量表数据收集引擎可以向事件总线发送断电、恢复通知信息,如框1102所示。线路传感器RTU生成故障消息并且可以向事件总线发送故障消息,如框1104所示。变电站可以分析、可以生成故障和、或断电消息,并且可以向事件总线发送故障和、或断电消息,如框1106所示。历史记录可以向事件总线发送信号行为,如框1108所示。并且各种过程可以经由事件总线147发送数据。例如,故障智能过程(在图14A-图14C中具体讨论)可以经由事件总线发送故障分析事件,如框1110所示。断电智能过程(在图13A-图13B中具体讨论的)可以经由事件总线发送断电事件,如框1112所示。事件总线可以收集各种事件,如框1114所示。而且,复杂事件处理(CEP)服务可以处理经由事件总线发送的事件,如框1120所示。CEP服务可以按照多个并行高速实时事件消息流处理查询。在CPE

服务的处理之后,可以经由事件总线发送事件数据,如框1118所示。而且,历史记录可以经由事件总线接收一个或者多个事件日志以便存储,如框1116所示。事件数据还可以由诸如断电管理系统(OMS)、断电智能、故障分析等一个或者多个应用接收,如框1122所示。以此方式,事件总线可以向应用发送事件数据,由此避免其他设备或者其他应用无法获得数据的“竖井”问题。

[0131] 图12A-图12C示出了需求响应(DR)信令过程的流程图1200。DR可以由配送运行应用请求,如框1244所示。作为响应,电网状态.连通性可以收集DR可用性数据,如框1202所示;以及可以发送该数据,如框1204所示。配送运行应用可以经由事件总线(框1254)向一个或者多个DR管理系统配送DR可用性优化,如框1246所示。DR管理系统可以向一个或者多个客户场所发送DR信息和信号,如框1272所示。一个或者多个客户场所可以接收DR信号,如框1266所示;以及发送DR响应,如框1268所示。DR管理可以接收DR响应,如框1274所示;以及向运行数据总线146、计费数据库和营销数据库中的一个、一些或者全部发送DR响应,如框1276所示。计费数据库和营销数据库可以接收响应,如框1284、1288所示。运行数据总线146也可以接收响应,如框1226所示;以及向DR数据收集发送DR响应和可用容量,如框1228所示。DR数据收集可以处理DR响应和可用容量,如框1291所示;以及向运行数据总线发送数据,如框1294所示。运行数据总线可以接收DR可用性和响应,如框1230所示,并且将其发送给电网状态.连通性。电网状态.连通性可以接收数据,如框1208所示。接收的数据可以用来确定可以经由运行数据总线发送(框1206)的电网状态数据(框1220)。配送运行应用可以接收电网状态数据(作为用于DR优化的事件消息),如框1248所示。使用电网状态数据以及DR可用性和响应,配送运行应用可以运行配送优化以生成配送数据,如框1250所示。配送数据可以由运行数据总线获取,如框1222所示;以及可以被发送至连通性提取应用,如框1240所示。运行数据总线可以向配送运行应用发送数据(框1224),配送运行应用转而可以向一个或者多个DR管理系统发送一个或者多个DR信号(框1252)。事件总线可以收集针对一个或者多个DR管理系统中每一个的信号(框1260),并且向每个DR管理系统发送DR信号(框1262)。DR管理系统继而可以如上文讨论的那样处理DR信号。

[0132] 通信操作历史记录可以向事件总线发送数据,如框1214所示。通信操作历史记录还可以发送发电组成(portfolio)数据,如框1212所示。或者,诸如Ventyx®的资产管理设备可以请求虚拟电厂(VPP)信息,如框1232所示。运行数据总线可以收集VPP数据,如框1216所示;以及向资产管理设备发送该数据,如框1218所示。资产管理设备可以收集VPP数据,如框1234所示;运行系统优化,如框1236所示;以及向事件总线发送VPP信号,如框1238所示。事件总线可以接收VPP信号,如框1256所示;以及向配送运行应用发送VPP信号,如框1258所示。配送运行应用继而可以如上文讨论的那样接收和处理事件消息。

[0133] 连接提取应用可以提取新客户数据,如框1278所示,以便被发送至营销数据库,如框1290所示。新客户数据可以被发送至电网状态.连通性,如框1280所示,使得电网状态连通性可以接收新DR连通性数据,如框1210所示。

[0134] 操作者可以在适当时发送一个或者多个超控(override)信号,如框1242所示。可以向配送运行应用发送超控信号。超控信号可被发送至能源管理系统(如框1264所示)、计费数据库(如框1282所示)和/或营销数据库(如框1286所示)。

[0135] 图13A-图13B示出了断电智能过程的流程图1300。各种设备 and 应用可以发送断电

通知,如框1302、1306、1310、1314、1318所示。断电事件可以由事件总线收集,如框1234所示,该事件总线可以向复杂事件处理(CEP)发送断电事件,如框1326所示。另外,各种设备 and 应用可以发送供电恢复状态,如框1304、1308、1312、1316、1320所示。CEP可以接收断电和恢复状态消息(框1330),对事件进行处理(框1332),以及发送事件数据(框1334)。断电智能应用可以接收事件数据(框1335),并且请求电网状态和连通性数据(框1338)。运行数据总线可以接收针对电网状态和连通性数据的请求(框1344),并且将它转发到运行数据储存和历史记录中之一或者两个。作为响应,运行数据储存和历史记录可以经由运行数据总线(框1346)向断电智能应用(框1340)发送电网状态和连通性数据(框1352、1354)。如框1342所示,确定电网状态和连通性数据是否指示这为瞬时值。如果是这样,经由运行数据总线(框1348)向瞬时值数据库发送瞬时值以便存储(框1350)。如果不是,则创建断电情况(框1328),并且由断电管理系统存储和处理断电情况数据(框1322)。

[0136] 断电智能过程可以:检测断电;对瞬时值进行分类和记录;确定断电范围;确定断电根本原因;跟踪断电恢复;产生断电事件;以及更新系统性能指标。

[0137] 图14A-图14C示出了故障智能过程的流程图1400。复杂事件处理可以请求来自一个或者多个设备的数据,如框1416所示。例如,响应于该请求,电网状态和连通性可以向复杂事件处理发送电网状态和连通性数据,如框1404所示。类似地,历史记录可以响应于请求向复杂事件处理发送实时交换机状态,如框1410所示。而且,复杂事件处理可以接收电网状态、连通性数据和交换机状态,如框1418所示。变电站分析可以请求故障数据,如框1428所示。故障数据可以由诸如线路传感器RTU和变电站计算机的多种设备发送,如框1422、1424所示。各种故障数据、电网状态、连通性数据和交换机状态可以被发送至变电站分析以用于事件检测和表征,如框1430所示。事件总线也可以接收事件消息(框1434),并且可以向变电站分析发送事件消息(框1436)。变电站分析可以确定事件类型,如框1432所示。对于保护和控制修改事件,变电站计算机可以接收故障事件消息,如框1426所示。对于所有其他类型的事件,事件可以由事件总线接收(框1438),并被发送至复杂事件处理(框1440)。复杂事件处理可以接收事件数据(框1420)以供进一步处理。类似地,电网状态和连通性可以向复杂事件处理发送电网状态数据,如框1406所示。而且,共同信息模型(CIM)仓库可以向复杂事件处理发送元数据,如框1414所示。

[0138] 复杂事件处理可以发送故障事件消息,如框1420所示。事件总线可以接收消息(框1442),并且向故障智能应用发送事件消息(框1444)。故障智能应用可以接收事件数据(框1432),并且请求电网状态、连通性数据和交换机状态,如框1456所示。响应于该请求,电网状态和连通性发送电网状态和连通性数据(框1408),并且历史记录发送交换机状态数据(框1412)。故障智能接收数据(框1458),对数据进行分析并且发送事件数据(框1460)。事件数据可以由事件总线接收(框1446),并被发送至故障日志文件(框1448)。故障日志文件可以记录事件数据(框1402)。事件数据也可以由运行数据总线接收(框1462),并被发送至一个或者多个应用(框1464)。例如,断电智能应用可以接收上文参照图13A-图13B讨论的事件数据(框1466)。工作管理系统也可以以工作订单的形式接收事件数据,如框1468所示。并且其他请求应用可以如框1470所示接收事件数据。

[0139] 故障智能过程可以负责解释电网数据,以导出与电网内的当前故障和潜在故障有关的信息。特别地,可以使用故障智能过程来检测故障。故障通常是在电力机构设备失效或

者创建用于电流流动的备选路径引起的短路,例如断落的电线。此过程可以用来检测典型故障(通常由继电器、熔断器等常规故障检测和保护设备处置)以及在电网内使用故障电流不易检测的高阻抗故障。

[0140] 故障智能过程也可以对故障进行归类和分类。这允许对故障进行归类和分类。目前,不存在用于故障的系统性组织和归类的标准。可以建立并且实施用于故障的系统性组织和归类的某种标准。故障智能过程还可以对故障进行表征。

[0141] 故障智能性还可以确定故障位置。配送系统中的故障定位可能是困难的任务,这归因于由配送系统的独有特性导致的高复杂度和难度,这些独有特性例如不平衡负载、三相、两相和单相横路(lateral)、缺乏传感器、测量、不同故障类型、不同短路原因、可变负载条件、具有多个横路的长馈送和无记载的网络配置。此过程支持使用多种技术,以根据技术所能允许的精度来隔离故障的位置。

[0142] 故障智能性还可以产生故障事件。特别地,一旦故障已被检测、归类、分类、表征和隔离,此过程便可以创建故障事件并将其发布至事件总线。此过程还可以负责收集、过滤、比对和去复制(de-duplicate)故障,从而产生个体故障事件,而不是基于故障期间典型的未加工事件的拥塞(deluge)。最后,故障智能可以向事件日志数据库记录故障事件。

[0143] 图15A-图15B示出了元数据管理过程的流程图1500。元数据管理过程可以包括:点列表管理;通信连通性和协议管理;元件命名和转译;传感器校准因子管理;以及实时电网拓扑数据管理。基本连通性提取应用可以请求基本连通性数据,如框1502所示。地理信息系统(GIS)可以接收请求(框1510),并且向基本连通性提取应用发送数据(框1512)。基本连通性提取应用可以接收数据(框1504),对数据进行提取、变换和加载(框1506),并且向连通性数据集市(data mart)发送基本连通性数据(框1508)。连通性数据集市此后可以接收数据,如框1514所示。

[0144] 连通性数据集市可以包括定制数据储存,其包含电网部件的电连通性信息。如图15A-图15B中所示,通常可以从电力机构的地理信息系统(GIS)导出此信息,该GIS保持组成电网的部件的实际构建地理位置。此数据储存中的数据描述关于电网的所有部件(变电站、馈送、区段、分段、支路、t-区段、电路断路器、自动开关、交换机等——基本上所有资产)的分级信息。此数据储存可以具有实际构建资产和连通性信息。

[0145] 元数据提取应用可以请求电网资产的元数据,如框1516所示。元数据数据库可以接收请求(框1524)并且发送元数据(1526)。元数据提取应用可以接收元数据(框1518),对元数据进行提取、变换和加载(框1520),以及向CIM数据仓库发送元数据(框1522)。

[0146] CIM(共同信息模型)数据仓库继而可以存储数据,如框1528所示。CIM可以规定用于表示电力机构数据的电力机构标准格式。INDE智能电网可以促进电力机构标准格式的信息从智能网的可用性。而且,CIM数据仓库可以促进将特定于INDE数据转换成一个或者多个格式,例如规定的电力机构标准格式。

[0147] 资产提取应用可以请求关于新资产的信息,如框1530所示。资产注册表可以接收请求(框1538),并且发送关于新资产的信息(框1540)。资产提取应用可以接收关于新资产的信息(框1532),对数据进行提取、变换和加载(框1534),以及向CIM数据仓库发送关于新资产的信息(框1536)。

[0148] DR连通性提取应用可以请求DR连通性数据,如框1542所示。运行数据总线可以向

营销数据库发送DR连通性数据,如框1548所示。营销数据库可以接收请求(框1554)、提取、变换、加载DR连通性数据(框1556)并且发送DR连通性数据(框1558)。运行数据总线可以向DR连通性提取应用发送DR连通性数据(框1550)。DR连通性提取应用可以接收DR连通性数据(框1544),并且经由运行数据总线(框1552)向电网状态和连通性DM发送DR连通性数据(框1546),该电网状态和连通性DM存储DR连通性数据(框1560)。

[0149] 图16示出了通知代理过程的流程图1600。通知订户可以登录Web页面,如框1602所示。通知订户可以创建、修改、删除情境观察列表参数,如框1604所示。Web页面可以存储创建、修改、删除的情境观察列表,如框1608所示;并且CIM数据仓库可以创建数据标签列表,如框1612所示。名称转译服务可以转译用于历史记录的数据标签(框1614),并且发送数据标签(框1616)。Web页面可以经由运行数据总线发送数据标签列表(框1610),该运行数据总线接收数据标签列表(框1622),并且将其发送至通知代理(框1624)。通知代理获取列表(框1626),验证和合并列表(框1628),并且检查历史记录中的通知情境(框1630)。如果发现与情境匹配的异常(框1632),则发送通知(框1634)。事件总线接收通知(框1618),并且将其发送至通知订户(框1620)。通知订户可以经由诸如文字、电子邮件、电话呼叫等优选介质接收通知,如框1606所示。

[0150] 图17示出了收集计量表数据(AMI)过程的流程图1700。集流器可以请求民用计量表数据,如框1706所示。一个或者多个民用计量表可以响应于请求来收集民用计量表数据(框1702),并且发送民用计量表数据(框1704)。集流器可以接收民用计量表数据(框1708),并且将其发送至运行数据总线(框1710)。计量表数据收集引擎可以请求商用和工业用计量表数据,如框1722所示。响应于该请求,一个或者多个商用和工业用计量表可以收集商用和工业用计量表数据(框1728),并且发送商用和工业用计量表数据(框1730)。计量表数据收集引擎可以接收商用和工业用计量表数据(框1724),并且将其发送至运行数据总线(框1726)。

[0151] 运行数据总线可以接收民用、商用和工业用计量表数据(框1712),并且发送数据(框1714)。数据可以由计量表数据储存库数据库接收(框1716),或者可以由计费处理器接收(框1718),该数据可以转而被发送至一个或者多个系统,例如CRM(客户关系管理)系统(框1720)。

[0152] 可观测性过程还可以包括远程资产监测过程。可以证明,监测电网内的资产是困难的。电网可以具有不同的部分,其中某些部分非常昂贵。例如,变电站可以包括电力变压器(成本高达1百万美元)和电路断路器。电力机构常常在分析资产和最大化资产的使用方面无能为力。相反,电力机构的关注点通常在于保证维持向客户的供电。特别地,电力机构着重于定期检修(将通常按照预定间隔进行)或者“事件驱动的”维护(如果在电网的某部分中发生故障,则进行这种维护)。

[0153] 不同于典型的定期检修或者“事件驱动的”维护,远程资产监测过程可以着重于基于状况的维护。特别地,如果可以评估(例如在定期或者连续基础上)电网的一个部分(或者全部),则可以改进电网的状况。

[0154] 如上文讨论的那样,数据可以在电网的各种部分生成,并被传输至主管方(或者可由主管方所访问)。数据继而可以由主管方用来确定电网的状况。除了分析电网的状况之外,主管方可以执行使用情况监测。通常,电网中的设备使用可观的安全裕度运行。这样做

的原因在于,电力机构本质上是保守性的,并且希望在宽错误裕度内维持向客户的供电。这样做的另一原因在于,监测电网的电力机构可能并不了解电网中的一件设备的使用程度。例如,如果电力公司通过特定馈送电路传输功率,则电力公司可能无法获知传输的功率是否接近馈送电路的限制(例如馈送电路可能变得过热)。因此,电力机构可能没有充分利用电网的一个或者多个部分。

[0155] 电力机构还通常花费可观数量的资金用于为电网添容,因为电网上的负载一直在增长(即消耗功率量一直在增长)。由于电力机构的疏忽,电力机构将不必要地升级电网。例如,未接近容量运行的馈送电路却可能通过重布导线(即在馈送电路中铺设更大的接线)被升级,或者可以铺设附加的馈送电路。这种成本本身就是可观的。

[0156] 远程资产监测过程可以监测电网的各种方面,例如:(1)分析电网的一个或者多个部分的当前资产状况;(2)分析电网的一个或者多个部分的将来资产状况;以及(3)分析电网的一个或者多个部分的使用情况。首先,一个或者多个传感器可以进行测量并且向远程资产监测过程进行传输,以确定电网的特定部分的当前状况。例如,电力变压器上的传感器可以通过测量变压器上的溶解气体来提供其状况的指示符。远程资产监测过程继而可以使用分析工具来确定电网的特定部分(例如电力变压器)的状况是否良好。如果电网的特定部分状况不佳,则可以维修电网的特定部分。

[0157] 另外,远程资产监测过程可以分析从电网的部分生成的数据,以预测电网的部分的将来资产状况。某些情况能导致在电部件上产生压力。压力因素可能未必恒定并且可以是间歇性的。传感器可以提供电网的特定部分上的压力的指示符。远程资产监测过程可以记录传感器数据所指示的压力测量,并且可以分析压力测量以预测电网的该部分的将来状况。例如,远程资产监测过程可以使用趋势分析来预测电网的特定部分何时可能失效,并且可以在电网的特定部分可能失效之前(或者同时)安排维护。以此方式,远程资产监测过程可以预测电网的特定部分的寿命,并由此确定电网的该部分的寿命是否过短(即过快地用尽电网的该部分)。

[0158] 另外,远程资产监测过程可以分析电网的部分的使用情况,以便更好地管理电网。例如,远程资产监测过程可以分析馈送电路以确定它的运行容量是什么。在此馈送电路示例中,远程资产监测过程可以确定馈送电路目前以70%运行。远程资产监测过程还可以推荐以更高百分比(例如90%)运行的特定馈送电路,同时仍然维持可接受的安全裕度。远程资产监测过程因此可以简单地通过分析该使用情况来实现有效的增容。

[0159] 用于确定具体技术架构的方法

[0160] 存在用于确定具体技术架构的各种方法,该架构可以使用INDE参考架构的一个、一些或者所有元件。该方法可以包括多个步骤。首先,可以执行基线步骤,以生成电力机构的原样状态的存档,以及转换为智能电网的准备情况评估。第二,可以执行需求定义步骤,以生成对将来状态的定义以及达到此状态的具体需求。

[0161] 第三,可以执行方案开发步骤,以生成对将支持智能电网(包括测量、监测和控制)的方案架构部件的定义。对于INDE架构,这可以包括测量设备、用于从设备向INDE核心120应用传递数据的通信网络、用于保持和回应数据的INDE核心120应用、用于解释数据的分析应用、用于对经测量和解释的数据进行建模的数据架构、用于在INDE与电力机构系统之间交换数据和信息的集成架构、用于运行各种应用和数据库的技术基础设施以及为了支持工

业标准便携和高效方案而可以遵循的标准。

[0162] 第四,可以执行值建模,以生成对智能电网的关键性能指标和成功要素的定义,以及实现参照预期的性能因素要对系统性能进行测量和评级的能力。上述公开内容涉及步骤3的架构开发方面。

[0163] 图19A-图19B示出了蓝本过程流程图的示例。特别地,图19A-图19B示出了可以执行以定义智能电网需求的步骤以及可以执行以实现智能电网的步骤的过程流程。智能电网开发过程可以始于智能电网愿景开发,其可以概括项目的总体目标,这些总体目标可以获得智能电网的路线图化过程。路线图化过程可以获得蓝本制定和值建模。

[0164] 蓝本制定可以在整个电力机构企业的上下文中使智能电网的定义有条不紊。蓝本制定可以包括总体路线图,其可以获得基线和系统评价(BASE),以及需求定义和分析选择(RDAS)。RDAS过程可以创建电力机构的具体智能电网的具体定义。

[0165] BASE过程可以在用于支持智能电网能力的系统、网络、设备 and 应用等方面为电力机构建立起点。该过程的第一部分是开发电网的系统清单,其可以包括:电网结构(例如发电、传输线路、传输变电站、子传输线路、配送变电站、配送馈送、电压类别);电网设备(例如交换机、自动开关、电容器、调节器、电压降补偿器、馈送级间);变电站自动化(例如IED、变电站LAN、仪器、站RTU、计算机);配送自动化(例如电容器和交换机控制;故障隔离和负载翻转(rollover)控制;LTC协调系统;DMS;需求响应管理系统);以及电网传感器(例如传感器类型、数量、使用和配电网格上、在传输线路上和在变电站中的计数)等。一旦清单完成,可以创建参照高级智能电网准备情况模型对电力机构的评价。还可以创建原样数据流模型和系统图。

[0166] 架构配置(ARC)过程可以通过组合来自BASE过程的信息、来自RDAS过程的需求和约束以及INDE参考架构来开发用于电力机构的预备智能电网技术架构,以产生满足电力机构的具体需要并且利用适当旧有系统而且遵守存在于电力机构的约束的技术架构。使用INDE参考架构可以避免需要创造一种客户架构并且保证将积累的经验和最佳实践应用于开发方案。它还可以保证方案可以进行对可重用智能电网资产的最大化利用。

[0167] 传感器网络架构配置(SNARC)过程可以提供一种框架,用于做出定义用于智能电网支持的分布式传感器网络的架构的一系列决策。该框架可以构造为一系列决策树,每个决策树面向传感器网络架构的具体方面。一旦已经做出决策,可以创建传感器网络架构图。

[0168] 经由T-区段递归(SATSECTR)过程的传感器分配可以提供一种框架,用于确定在成本约束下应当将多少传感器放置于配送电网上以获得给定水平的可观测性。此过程还可以确定传感器的类型和位置。

[0169] 方案元件评估和部件模板(SELECT)过程可以提供一种用于评估方案部件类型的框架,以及提供一种用于各部件类别的设计模板。该模板可以包含用于每个方案元件的规范的参考模型。这些模板继而可以用来请求销售商报价并且支持销售商、产品评估。

[0170] 应用和网络(UPLAN)过程的升级规划可以提供用于升级已有电力机构系统、应用和网络以准备集成到智能电网方案中的规划的开发。风险评估和管理规划(RAMP)过程可以提供与ARC过程中创建的智能电网方案的具体元件关联的风险评估。UPLAN过程可以评估所标识的风险元件的风险水平,并且提供用于在电力机构交付扩建之前降低风险的行动规划。改变分析和管理规划(CHAMP)过程可以分析电力机构实现智能电网投资的价值而可能

需要的过程和组织性改变,并且可以提供高级管理规划以用于以与智能电网部署同步的方式实现这些改变。CHAMP过程可以导致蓝本被生成。

[0171] 值建模过程中的路线图可以导致规定值度量,其可以导致对成本和收益的估计。该估计可以导致构建一个或者多个情况,例如费率情况和业务情况,这转而可以导致情况封闭。蓝本制定和值建模的输出可以发往电力机构进行批准,这可以导致电力机构系统升级以及智能电网部署和风险降低活动。此后,可以设计、构建、测试继而运行电网。

[0172] 尽管已经结合优选实施方式示出和描述了本发明,但是清楚的是可以根据本发明的基本特征进行除了上文提到的改变和修改之外的某些改变和修改。此外还有可以在实施本发明时利用的许多不同类型的计算机软件和硬件并且本发明并不限于上述示例。参照由一个或者多个电子设备进行的动作和操作的符号表示来描述本发明。这样,将理解这样的动作和操作包括电子设备的处理元件对以结构化形式代表数据的电信号的操纵。此操纵变换数据或者将它维持于电子设备的存储器系统中的位置,该数据以本领域技术人适当理解的方式重新配置或者以别的方式更改电子设备的操作。数据结构(其中维持数据)是存储器的如下物理位置,这些物理位置具有按照数据的格式限定的特定性质。尽管在前文中描述了本发明,但是如本领域技术人员将理解的那样也可以用硬件实施描述的动作和操作。因而申请人的意图在于保护在本发明的有效范围内的所有变化和修改。本意在于本发明由包括所有等效含义的所附权利要求限定。

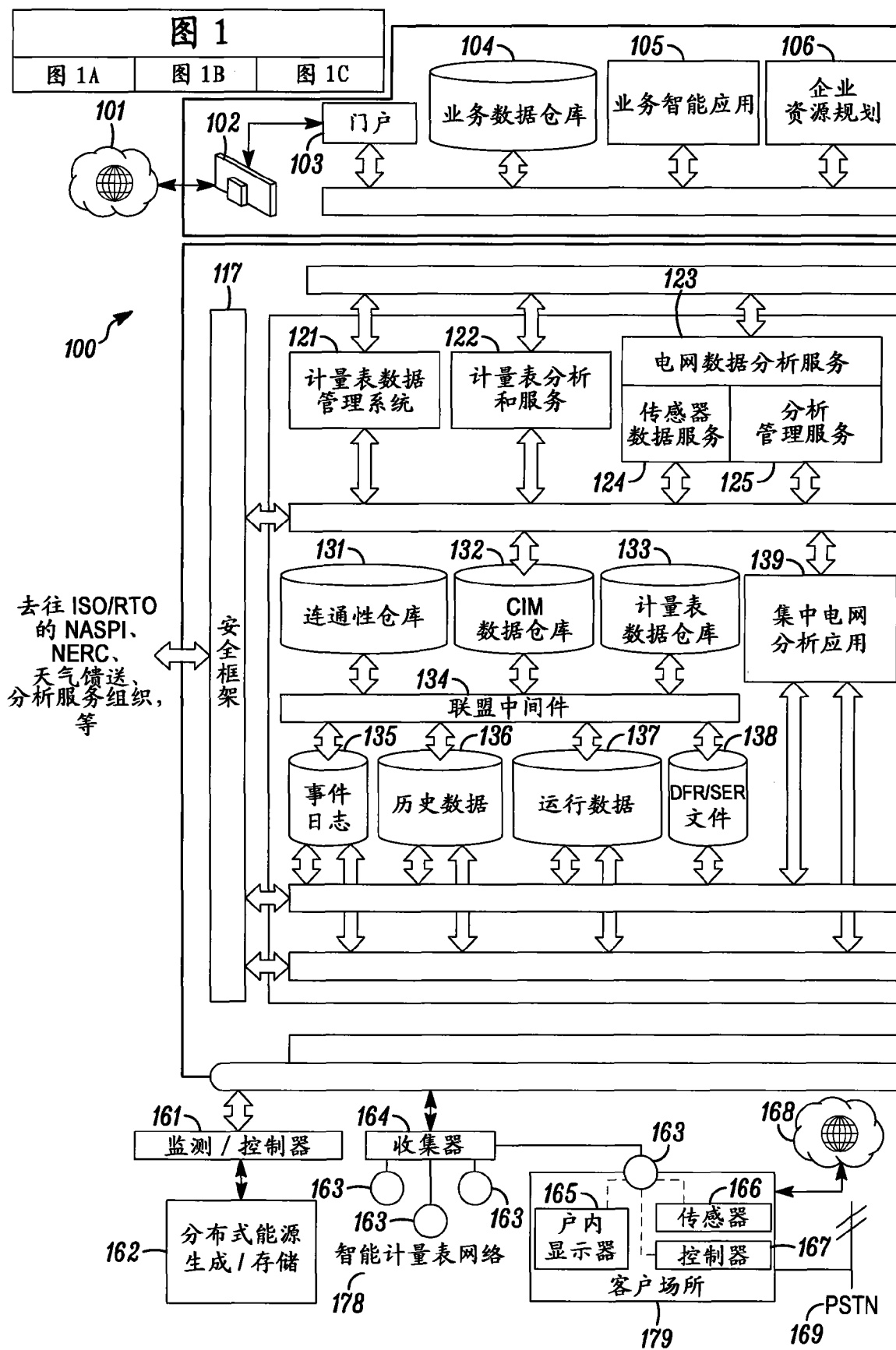


图1A

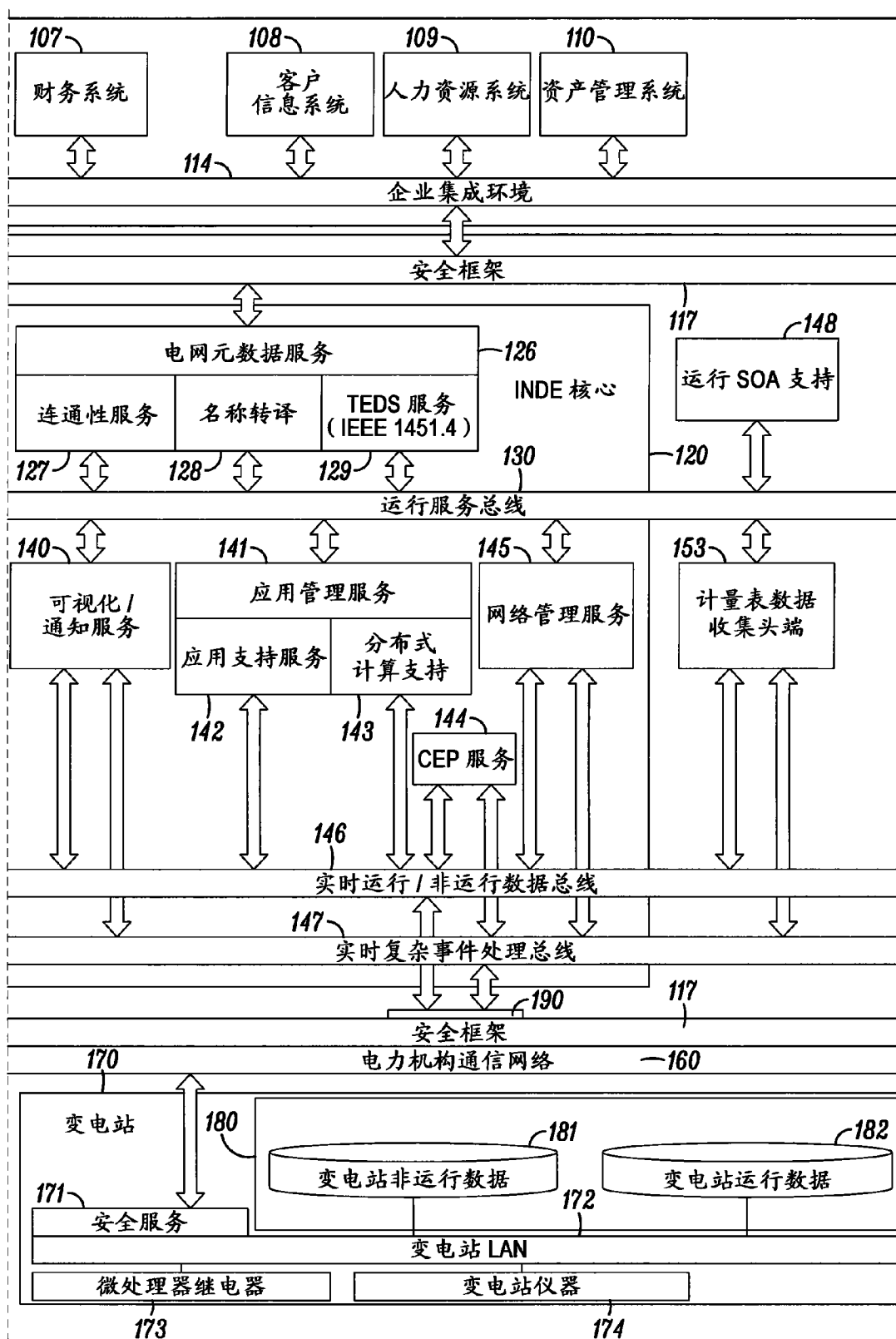


图1B

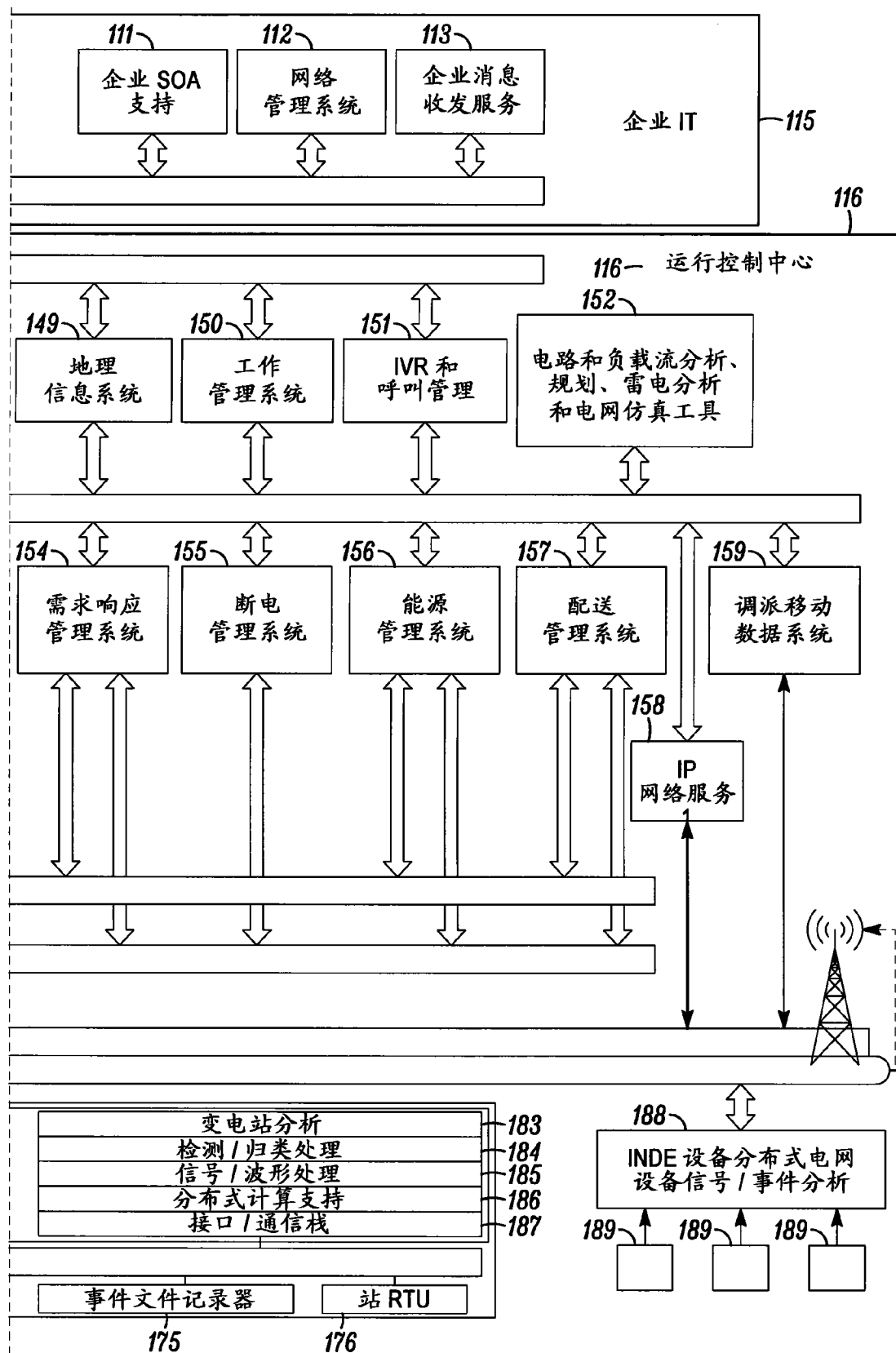


图1C

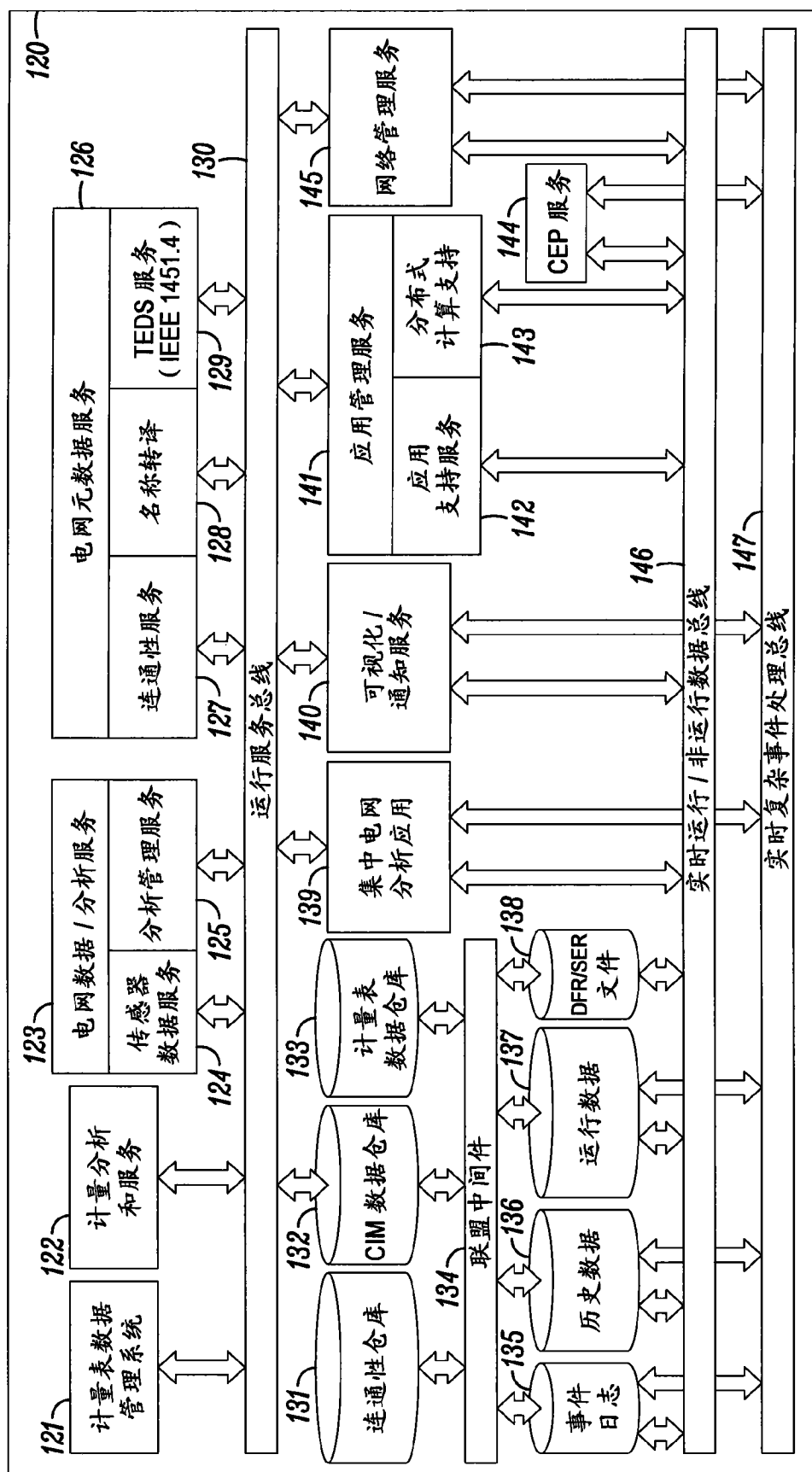


图2

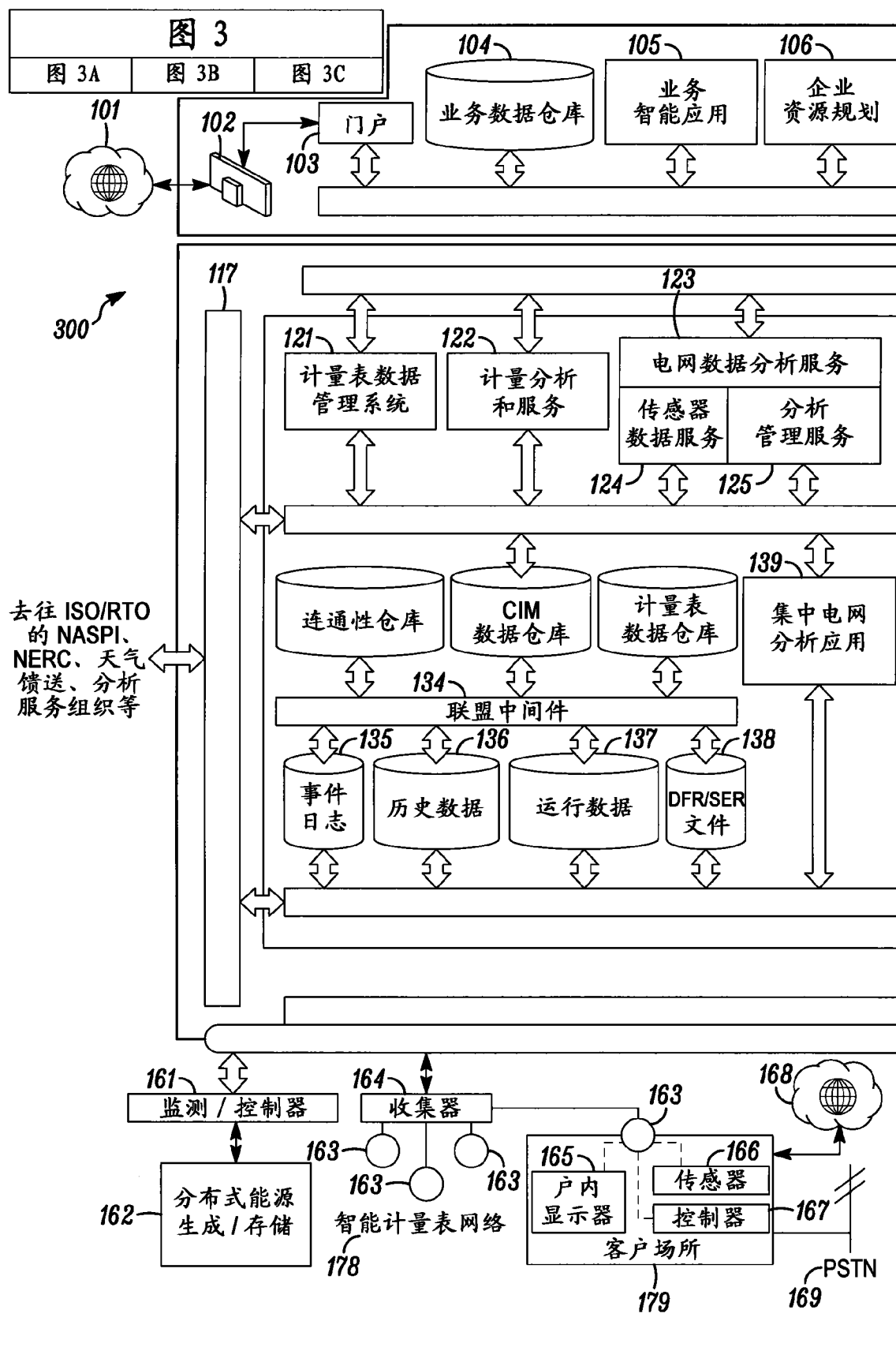


图3A

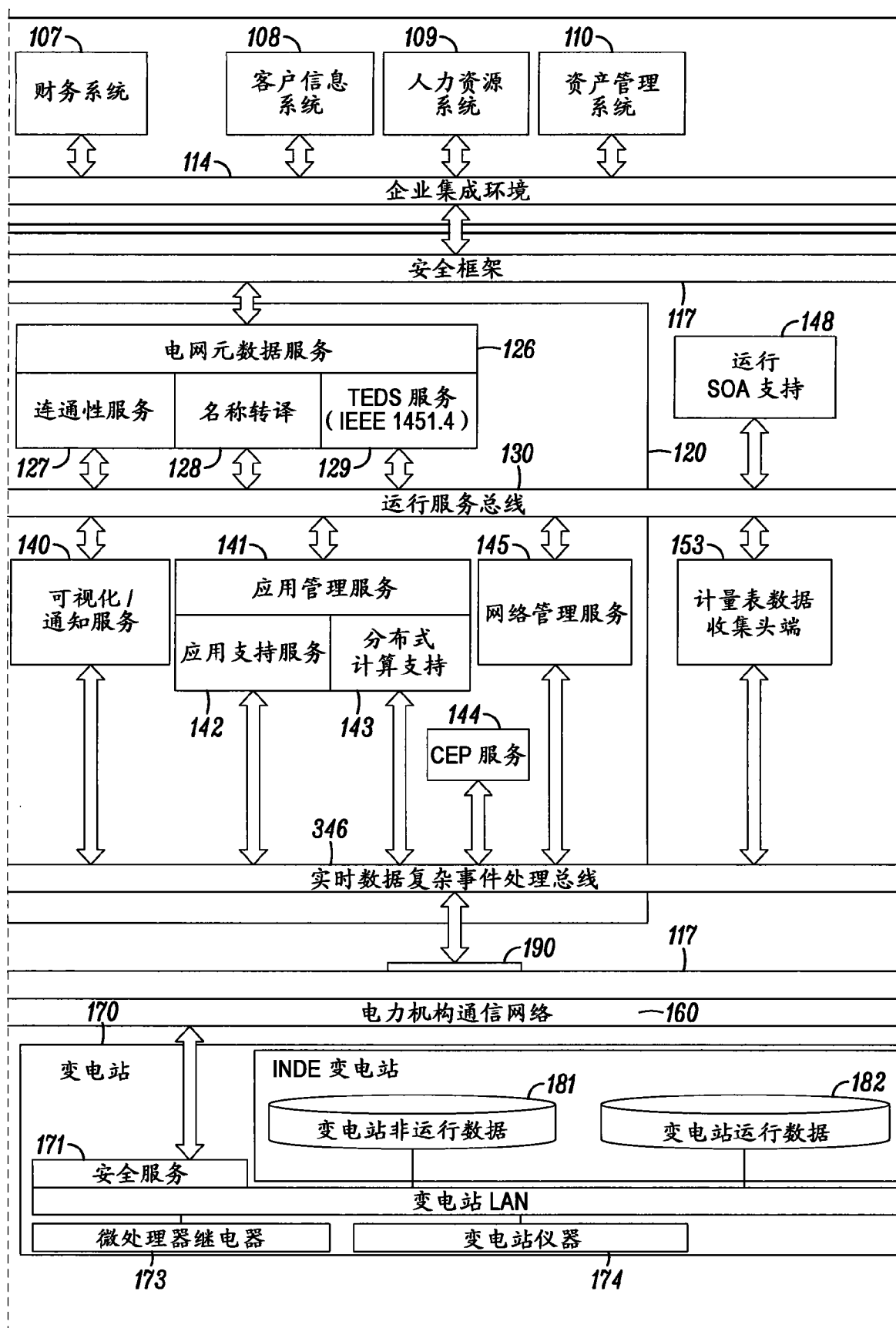


图3B

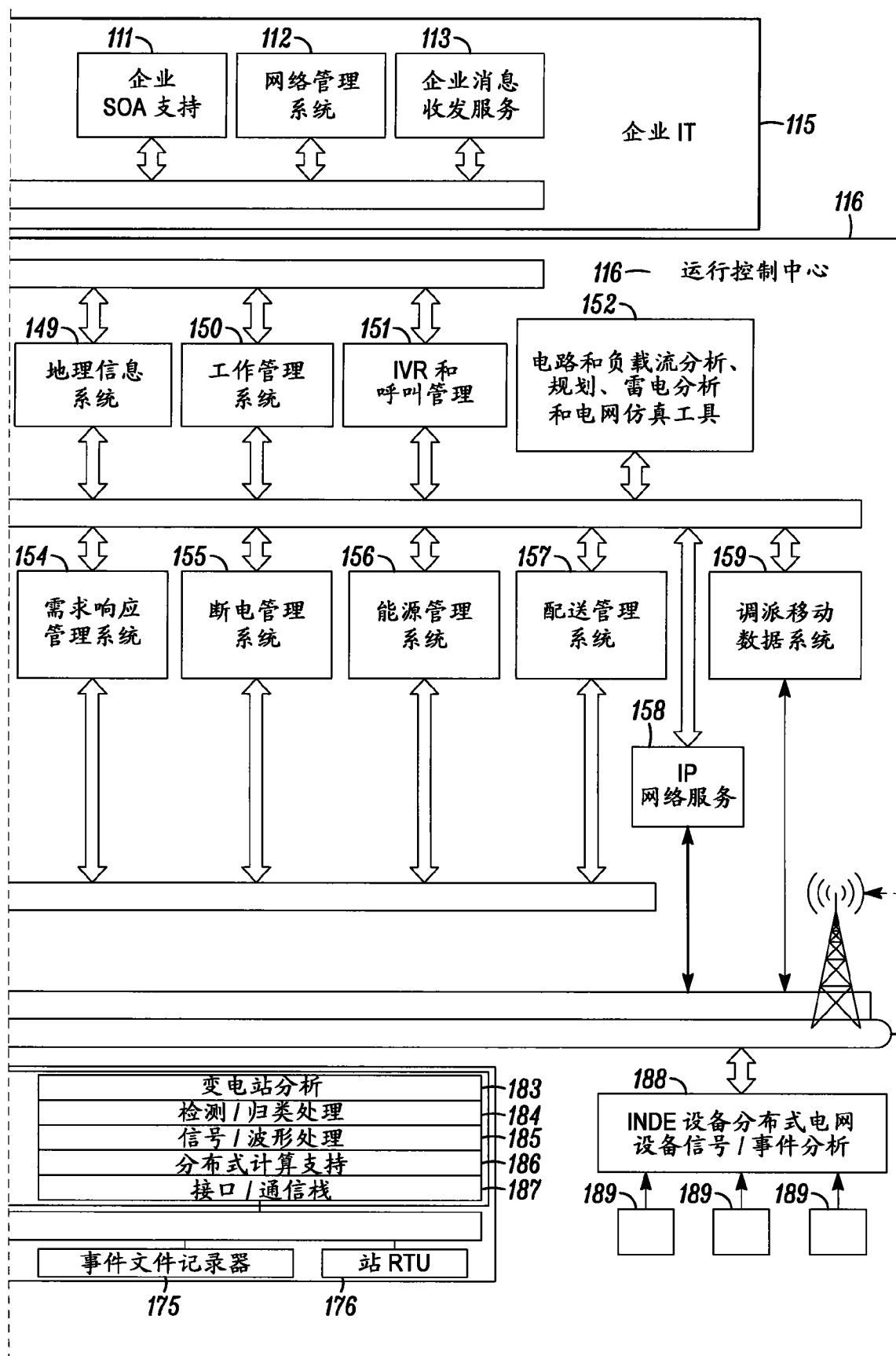


图3C

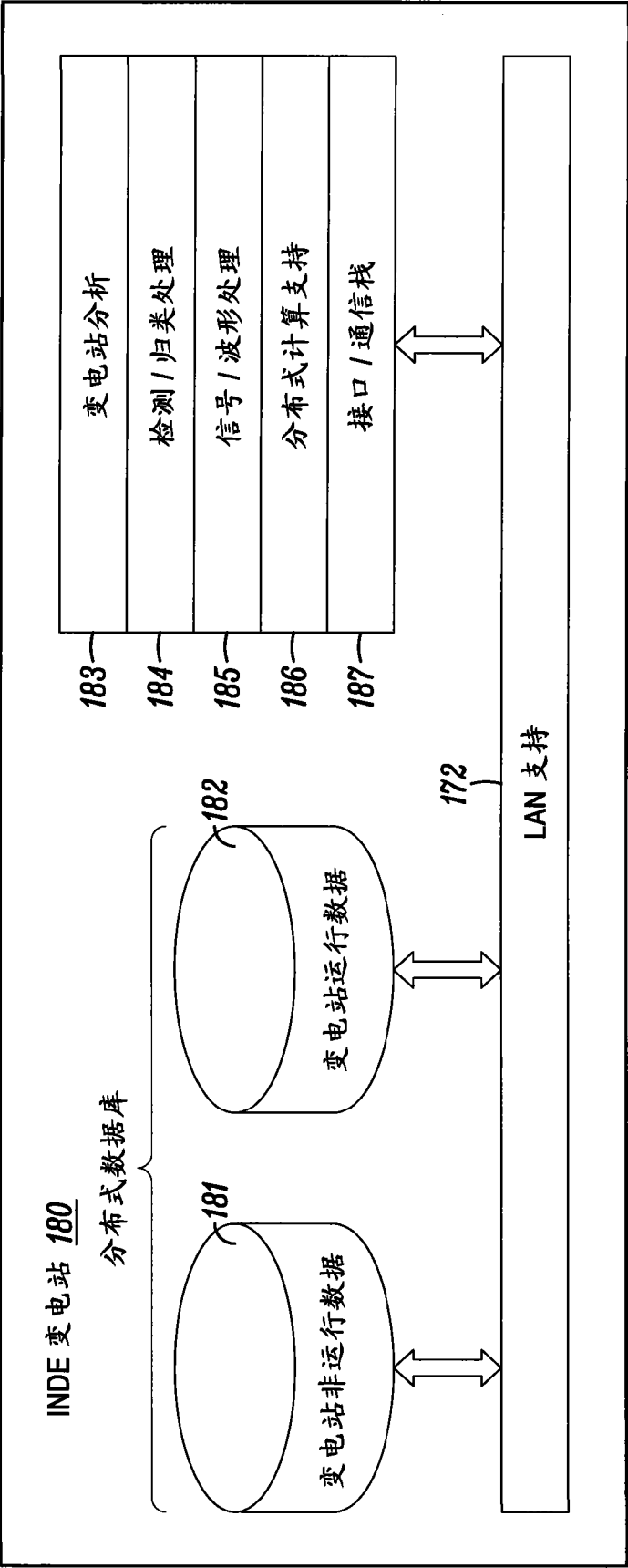


图4

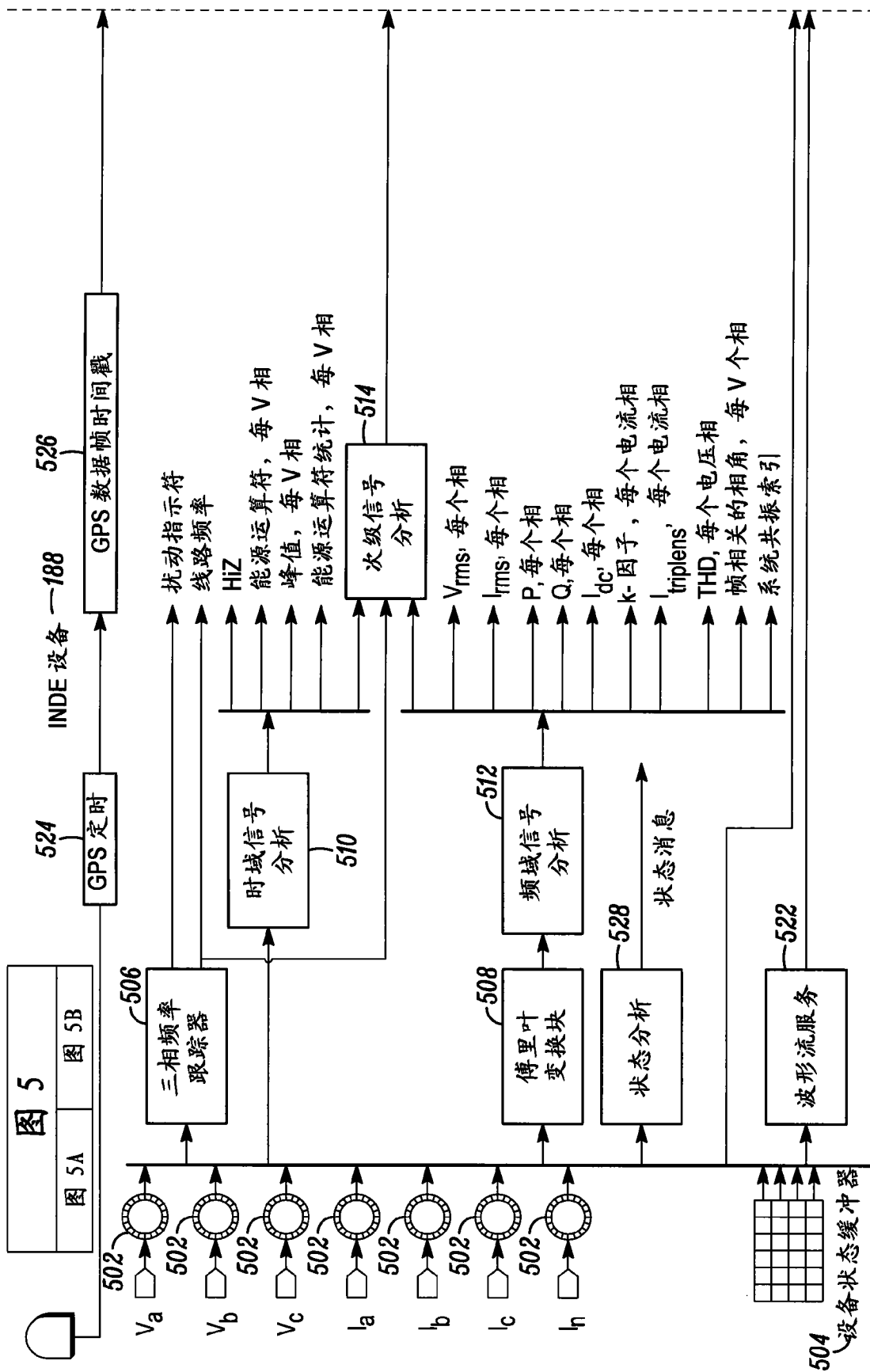


图5A

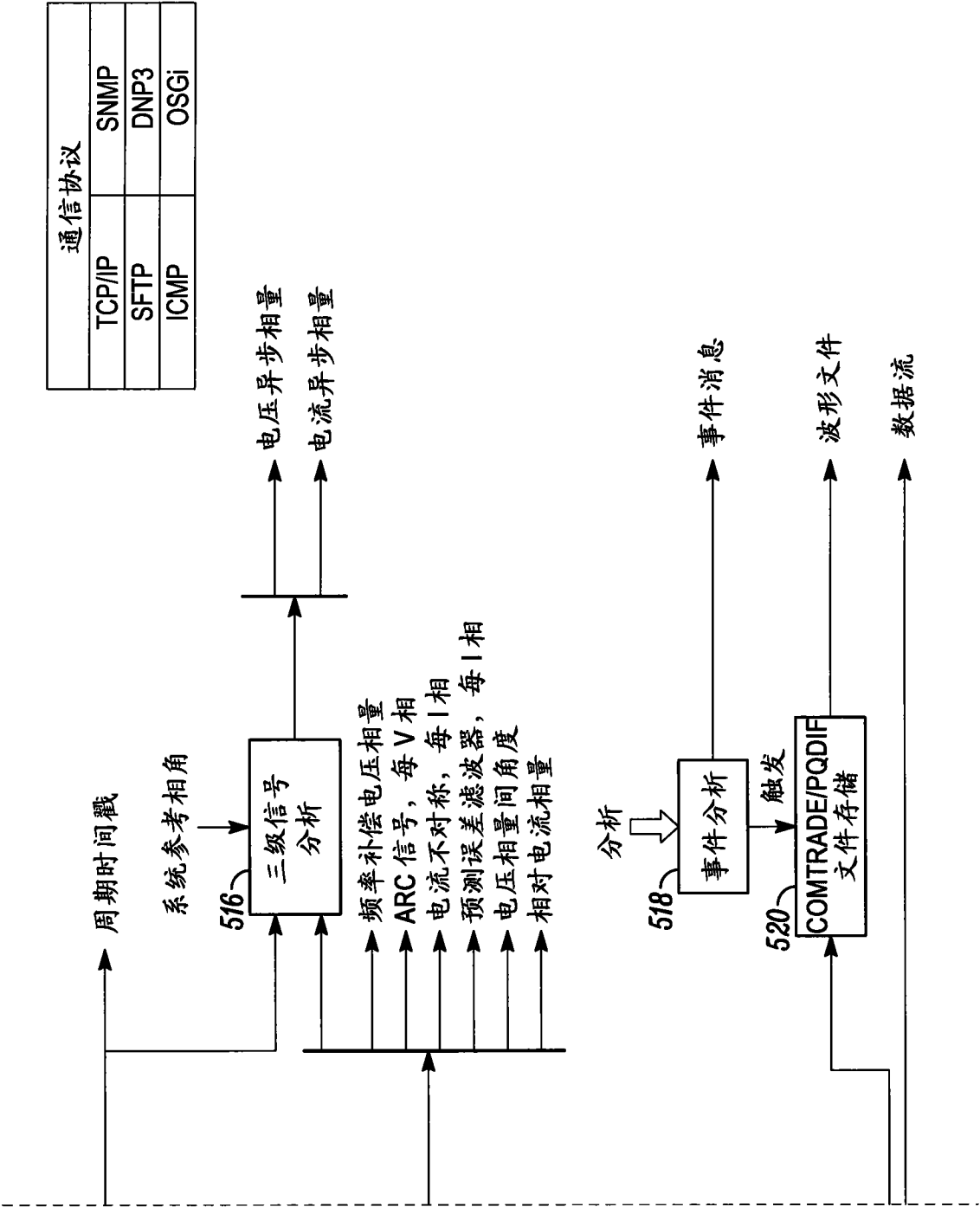


图5B

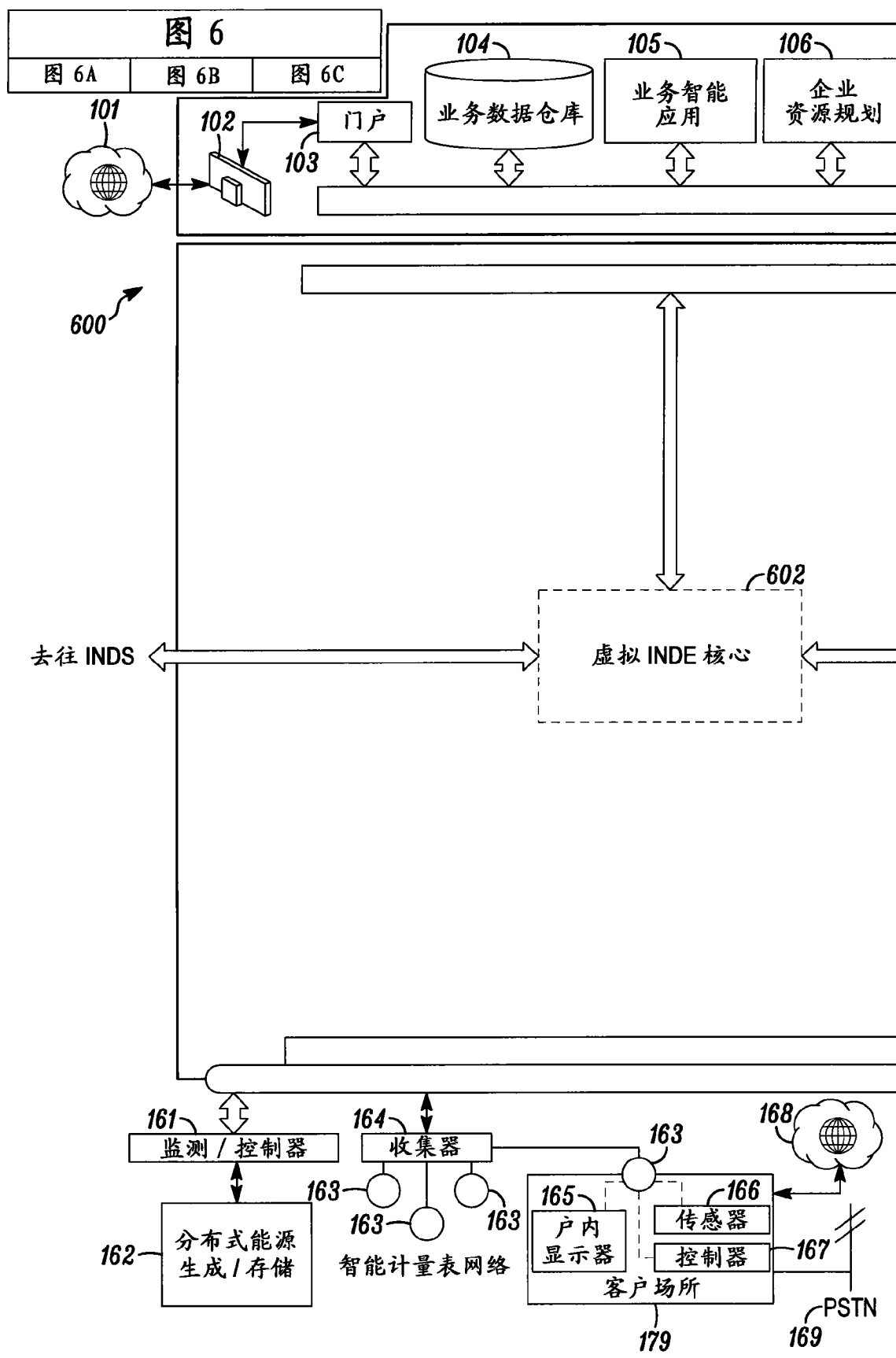


图6A

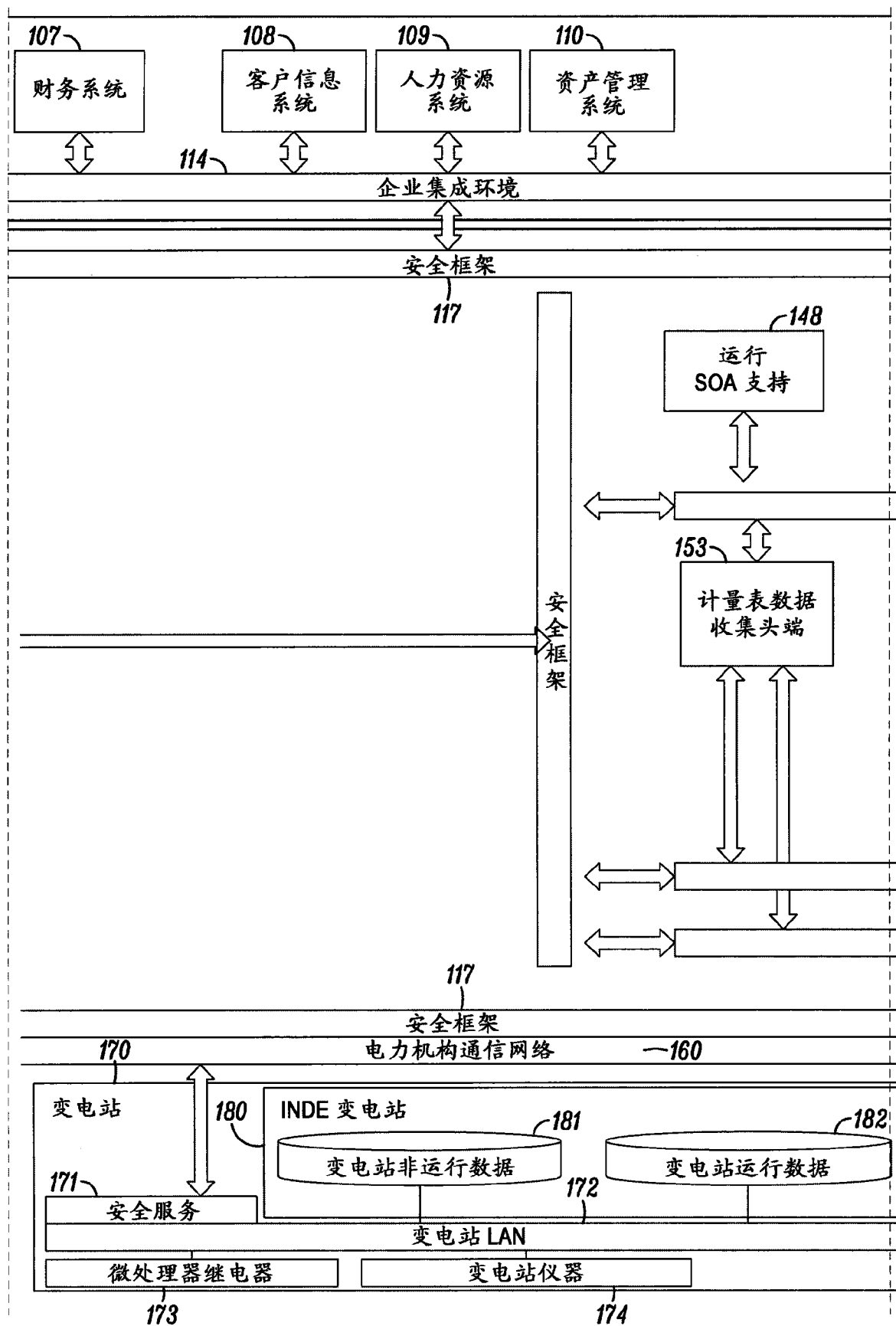


图6B

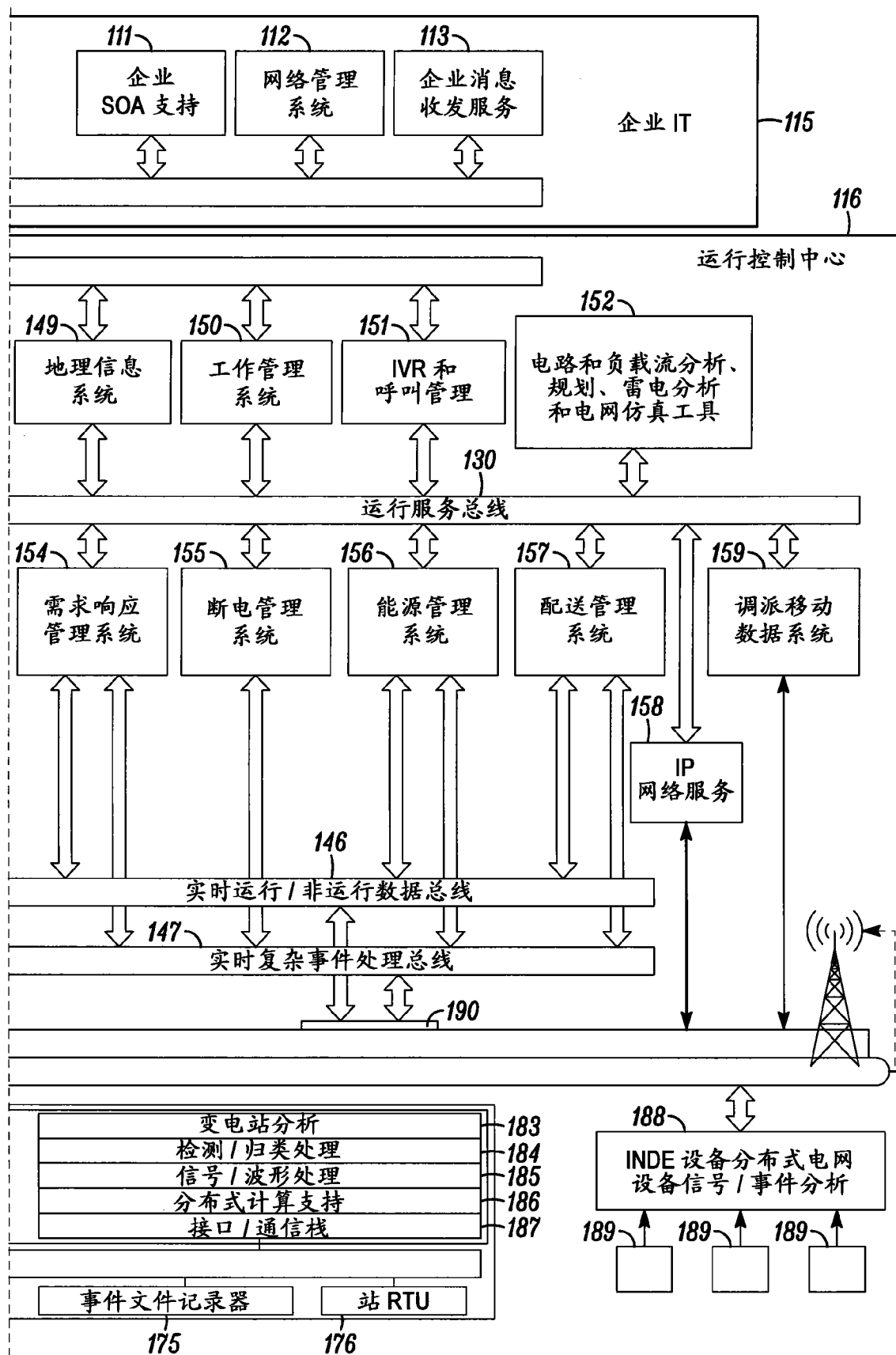


图6C

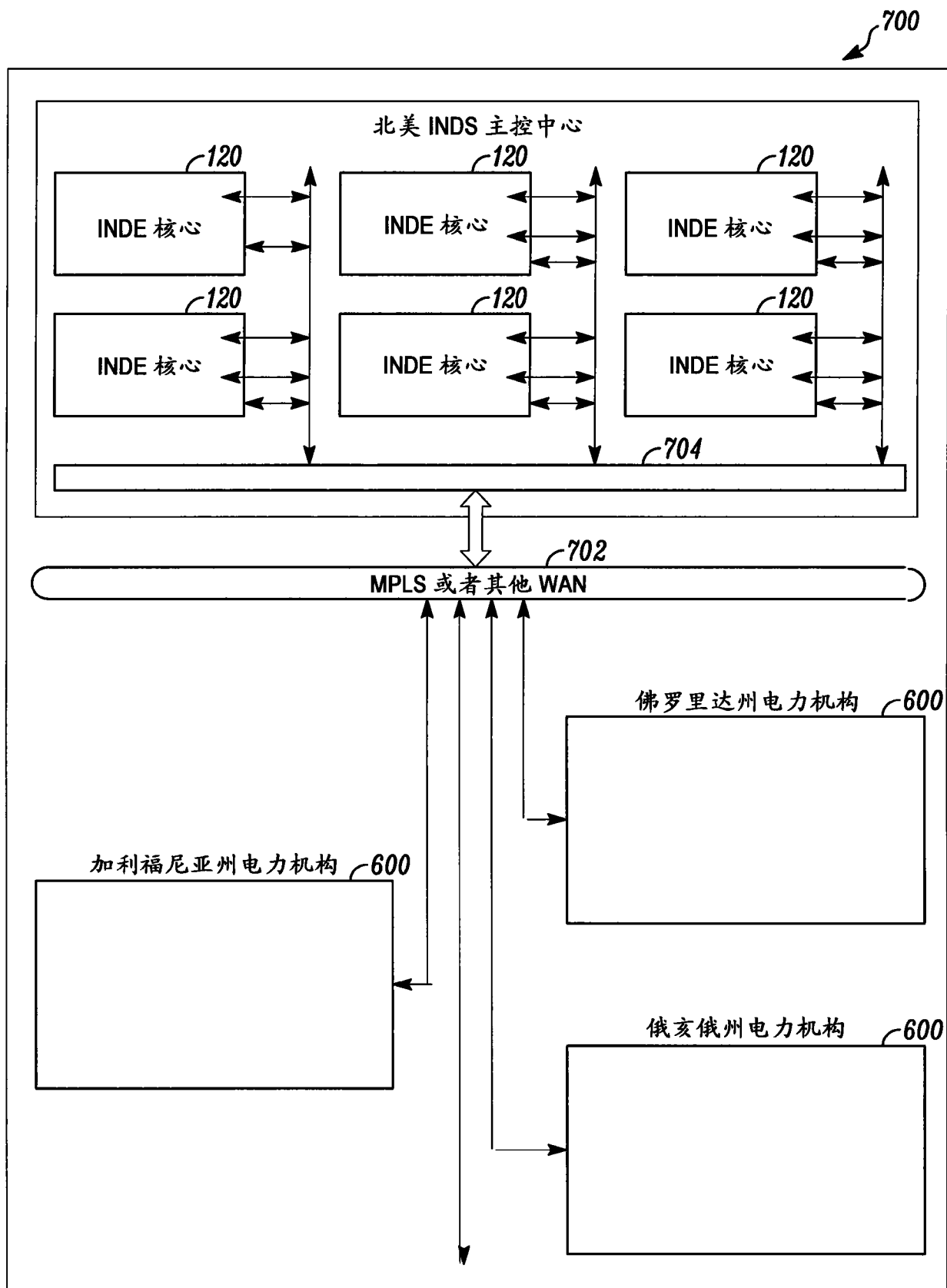


图7

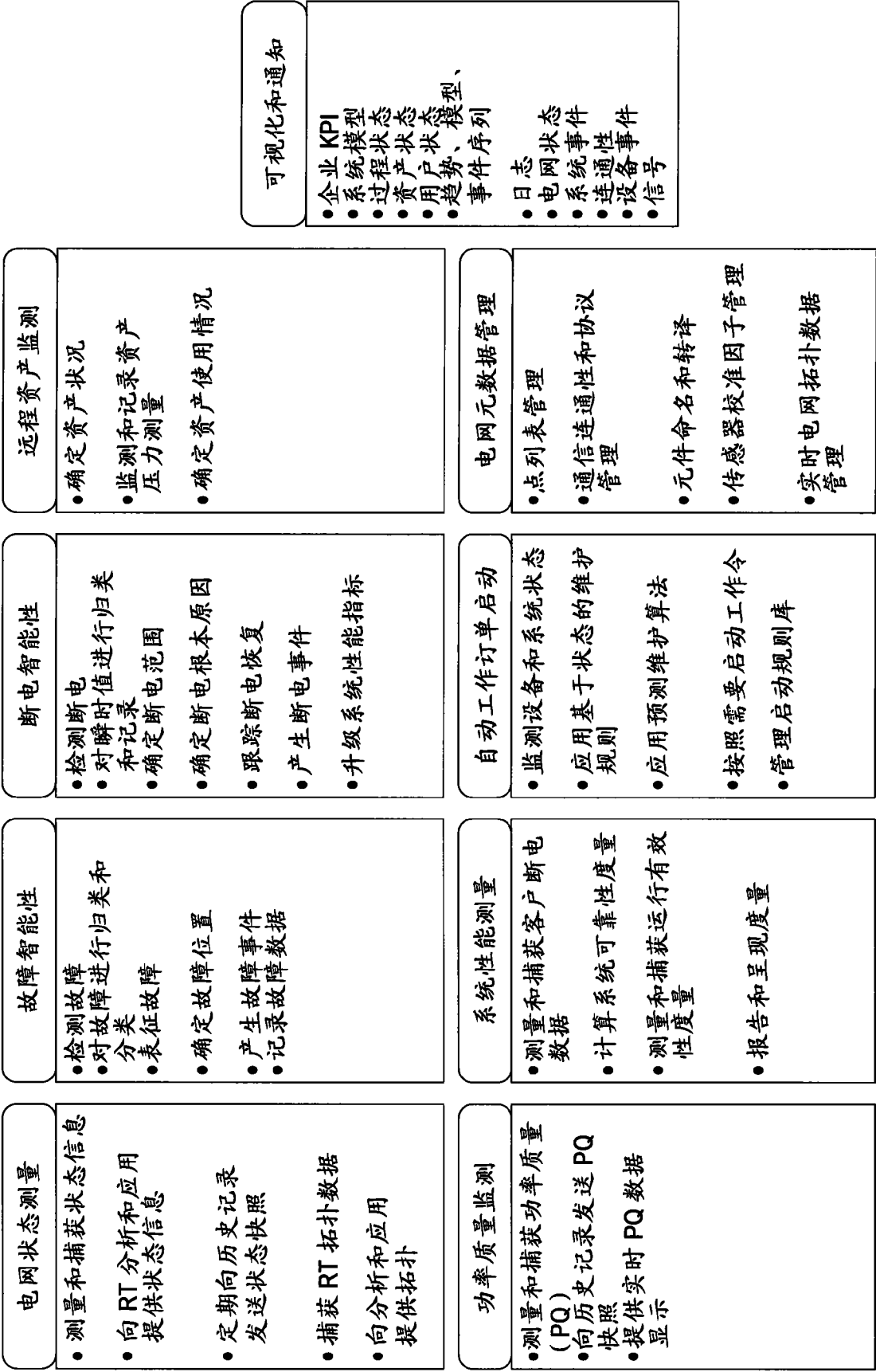


图 8

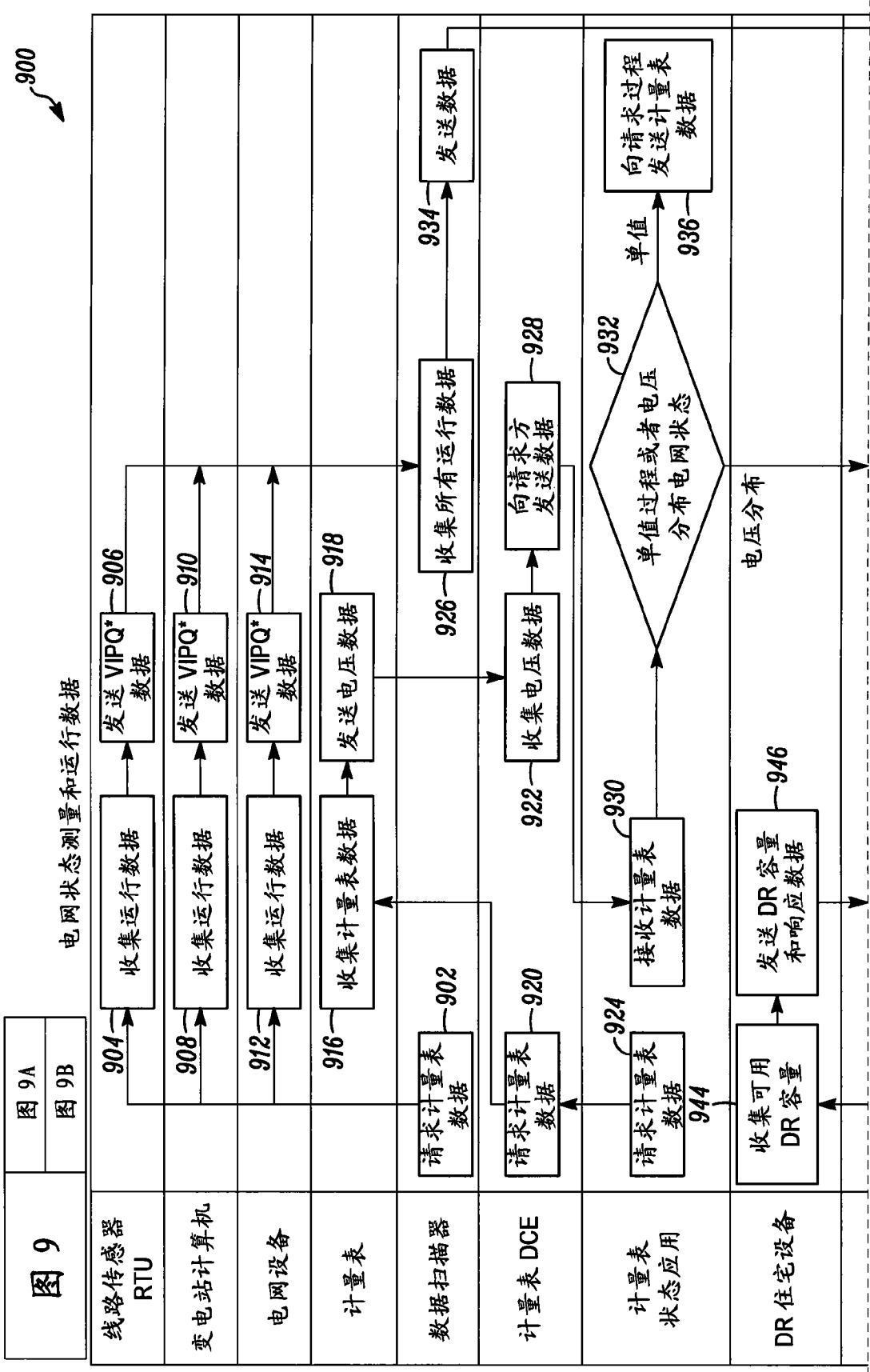


图9A

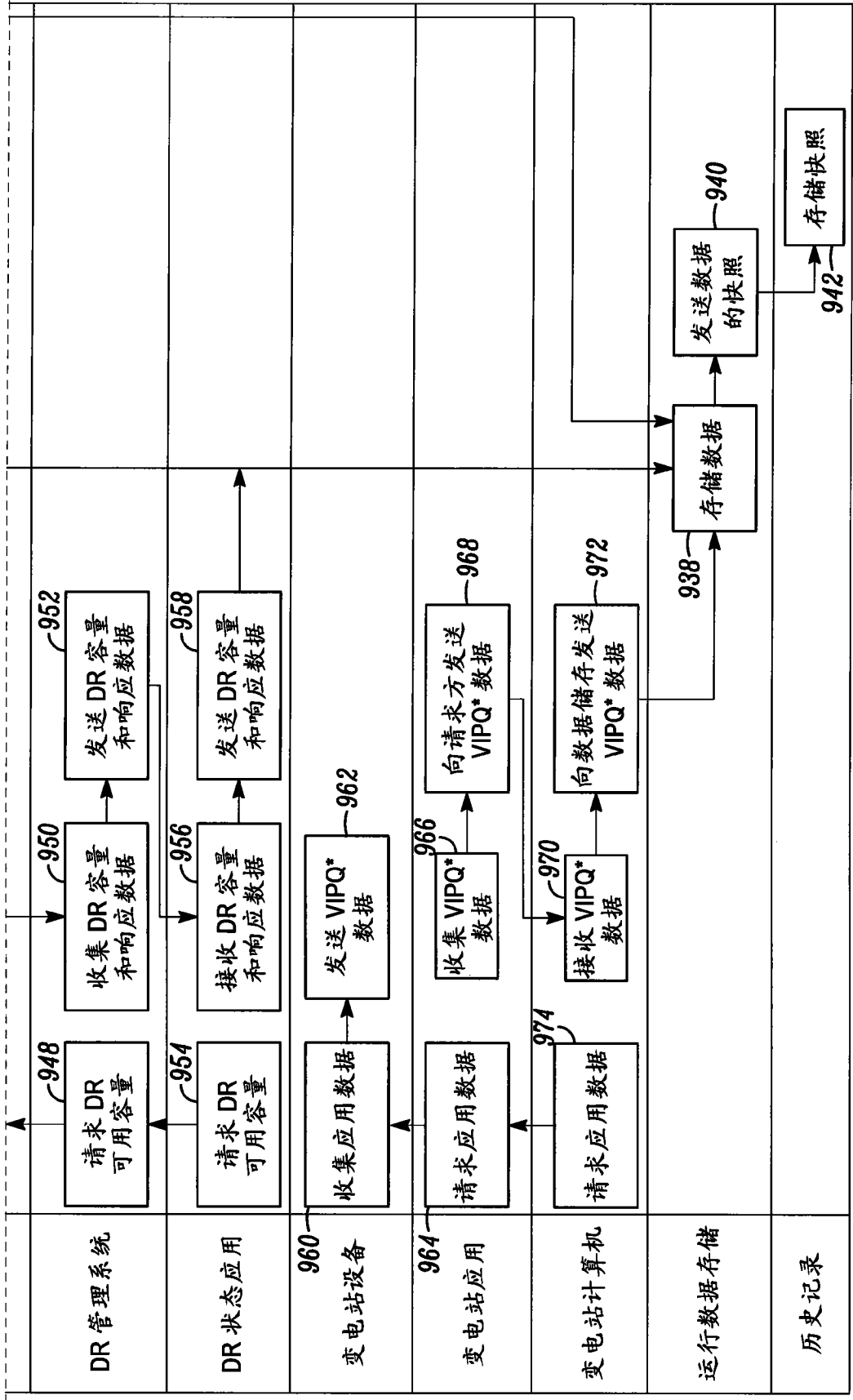


图9B

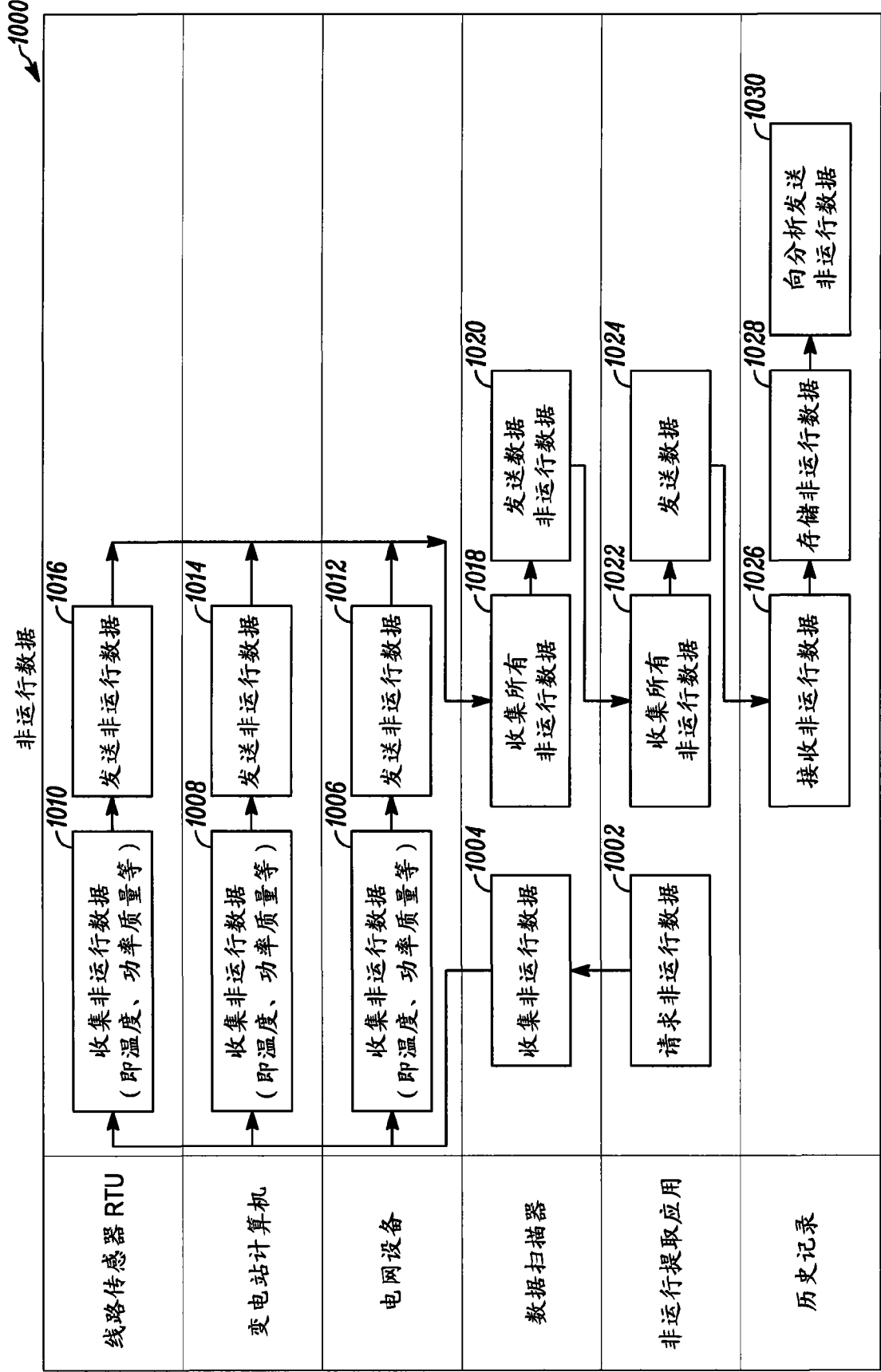


图10

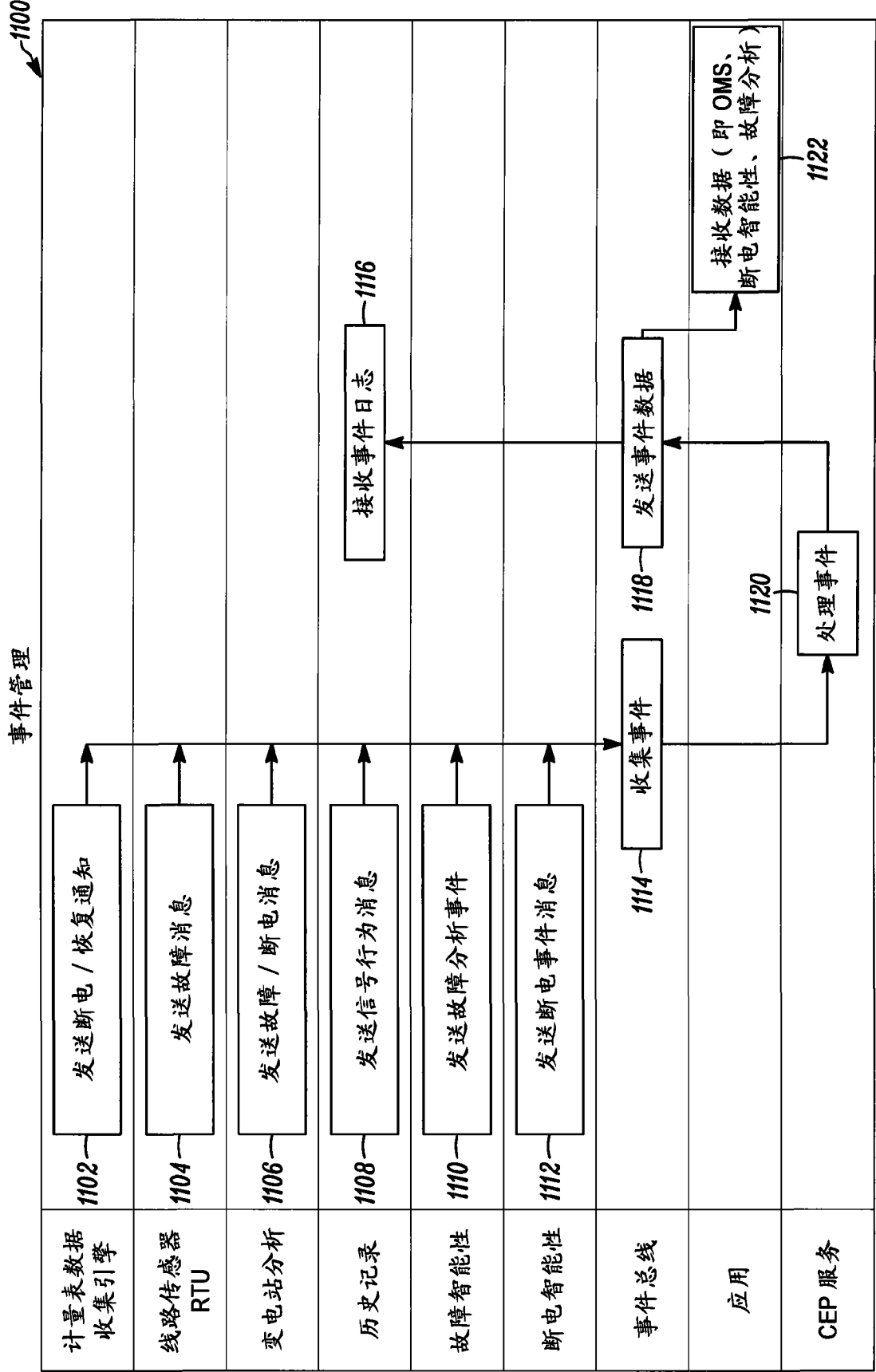


图11

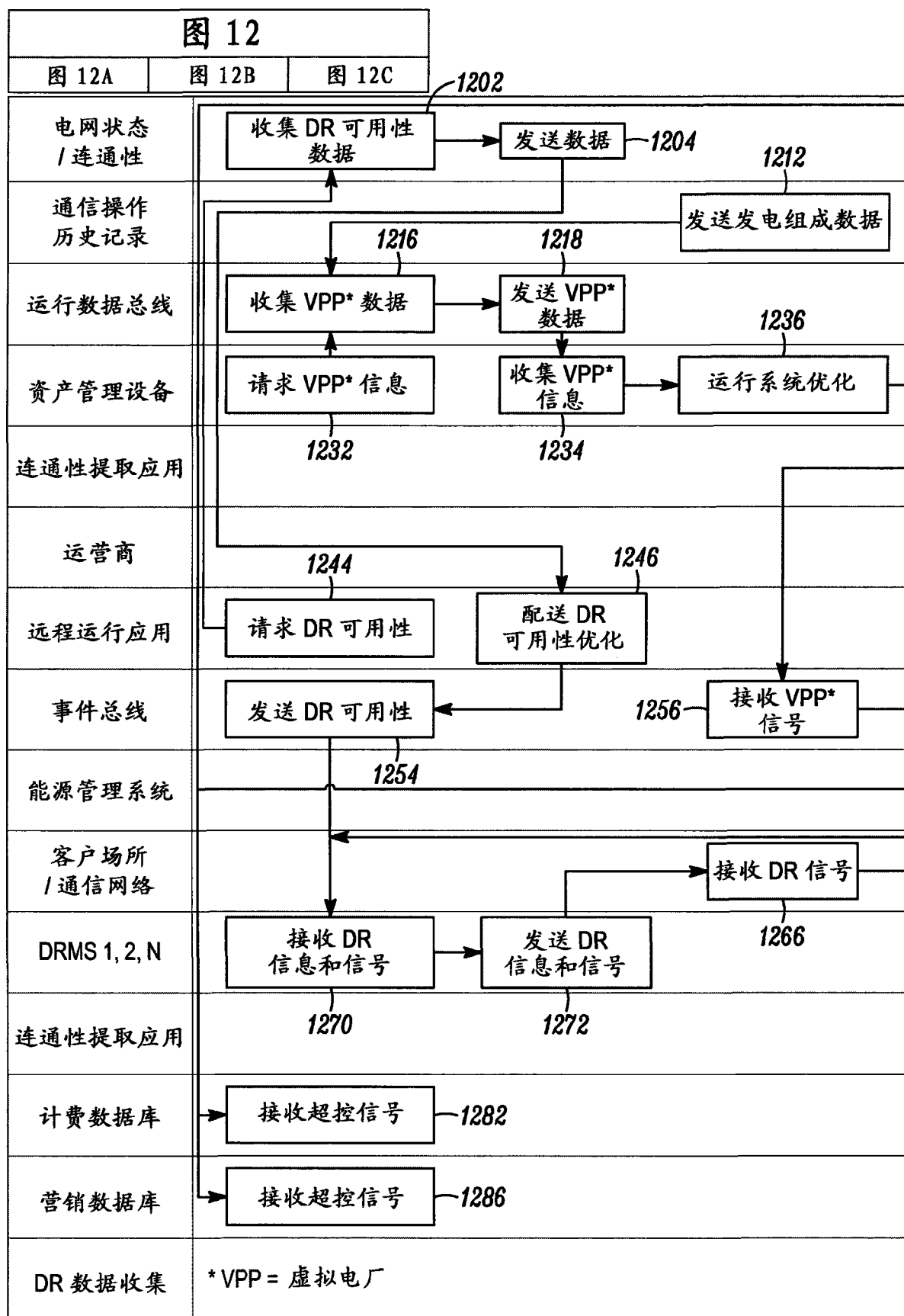


图12A

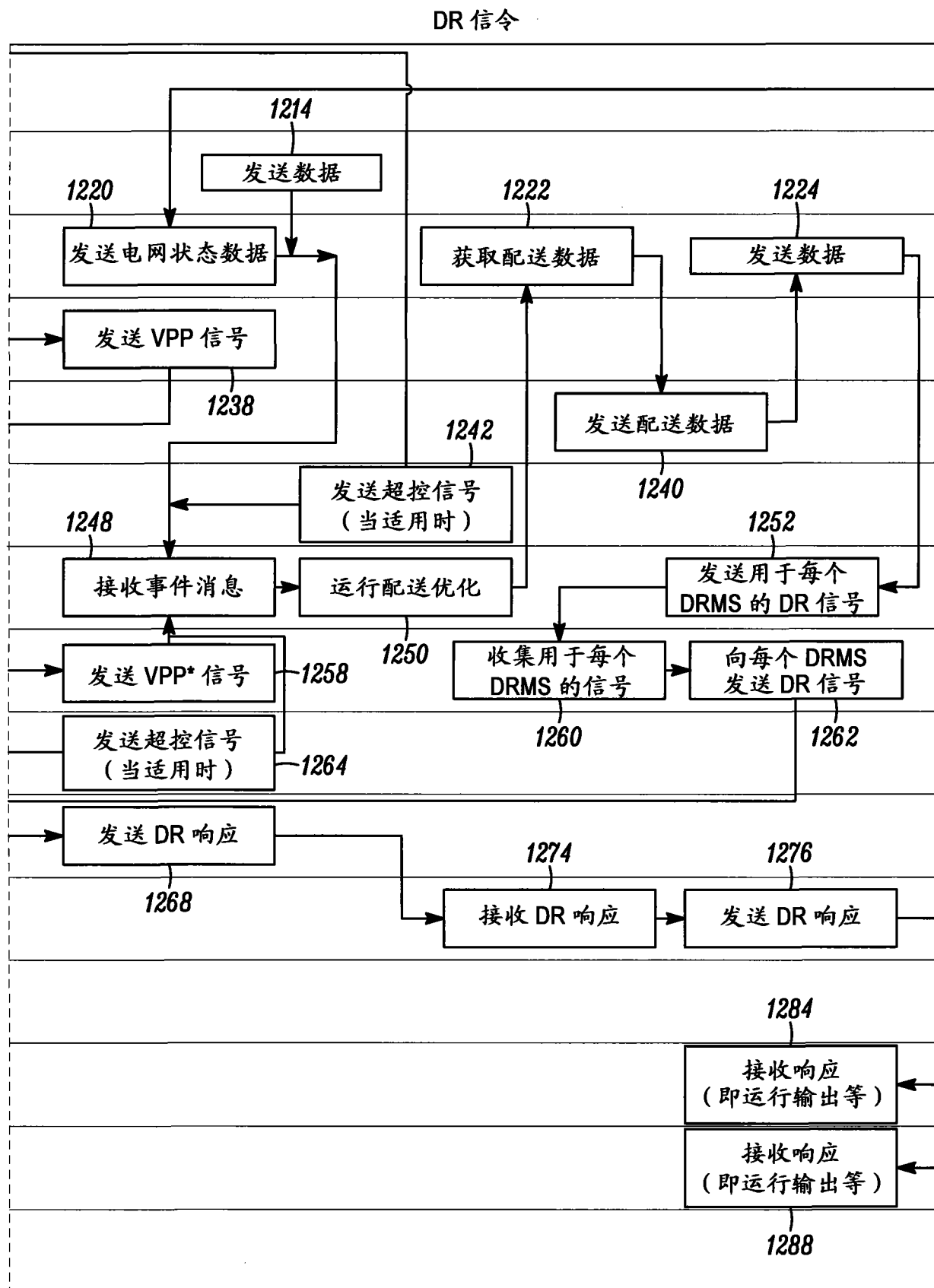


图12B

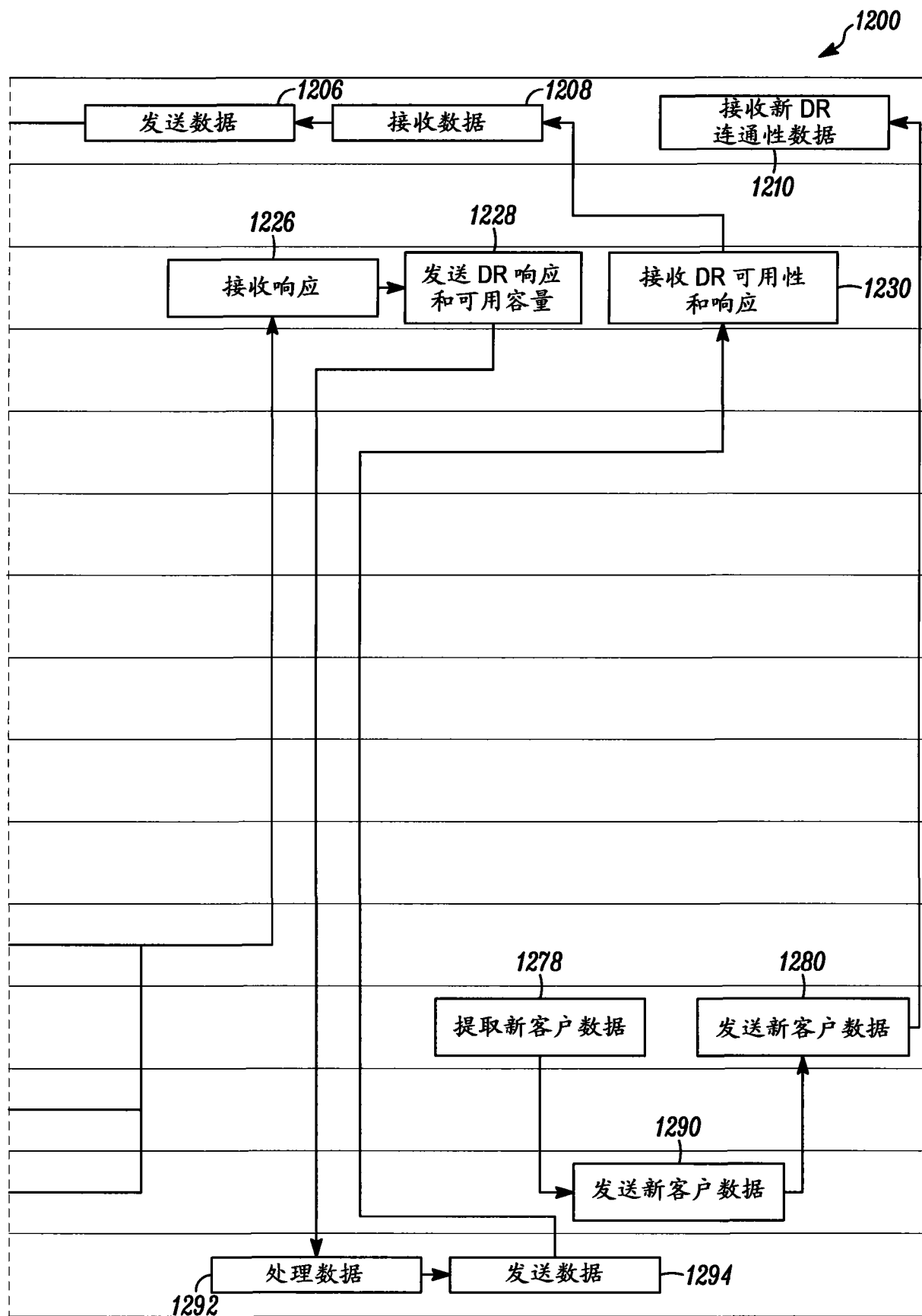


图12C

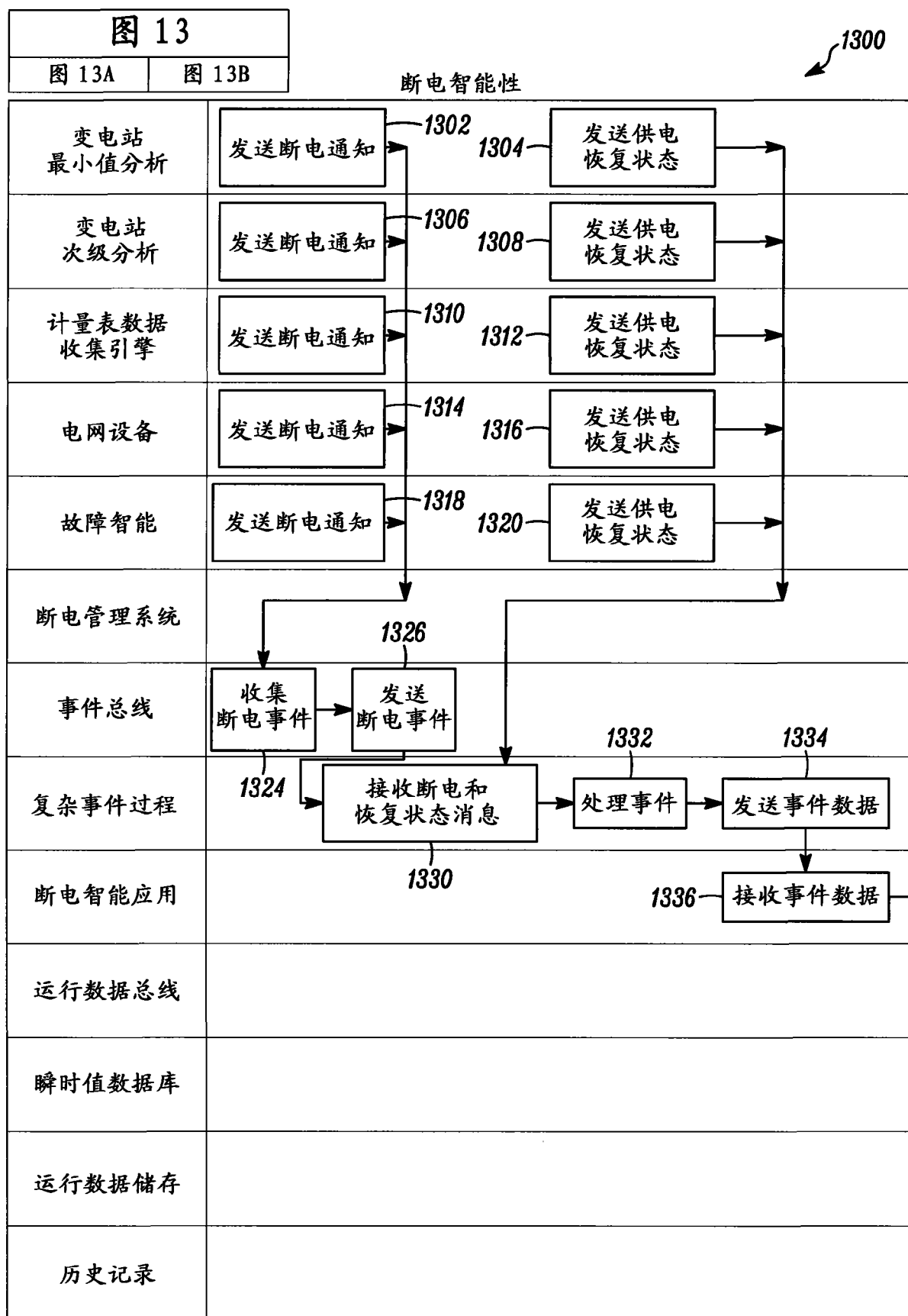


图13A

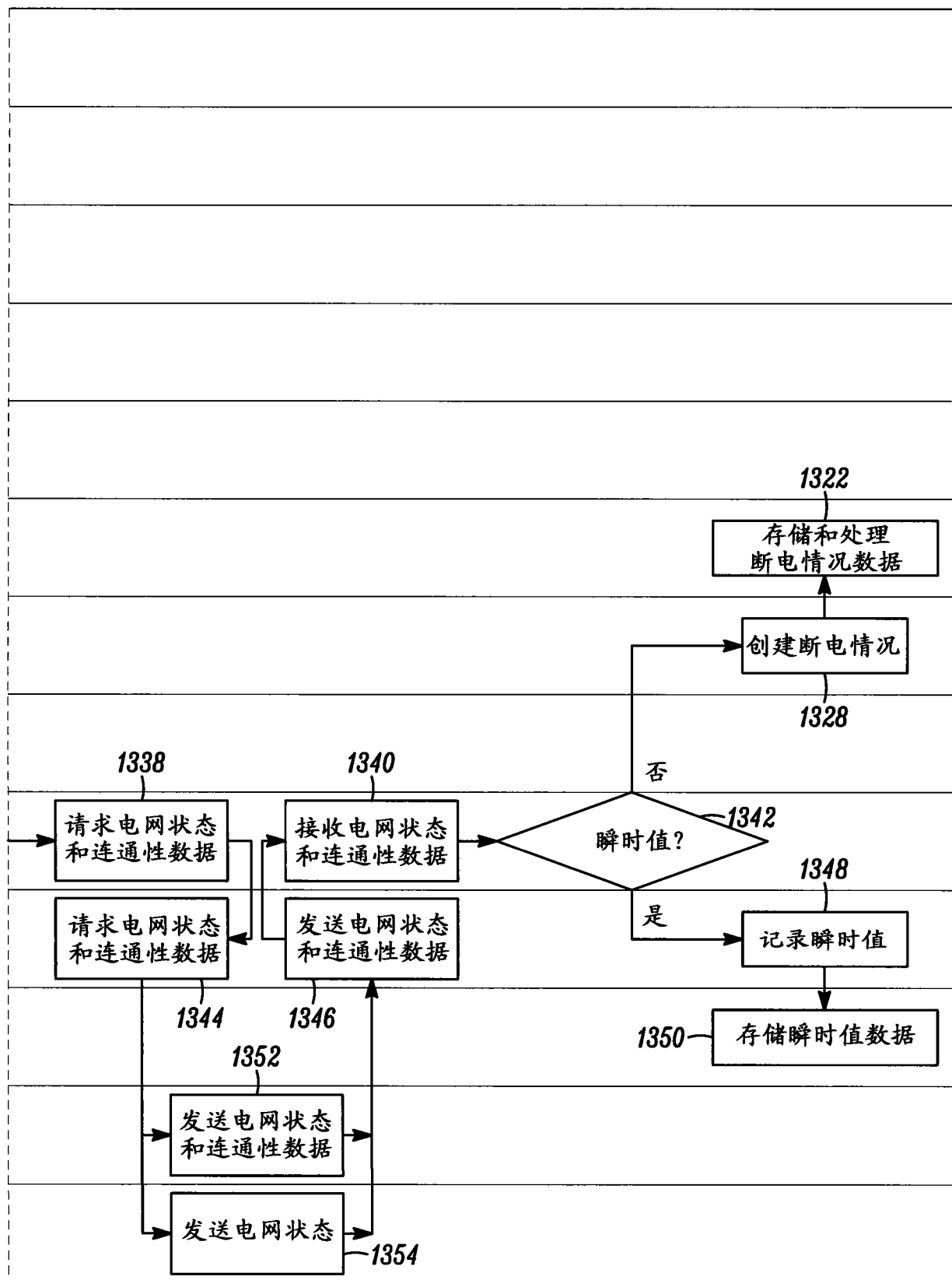


图13B

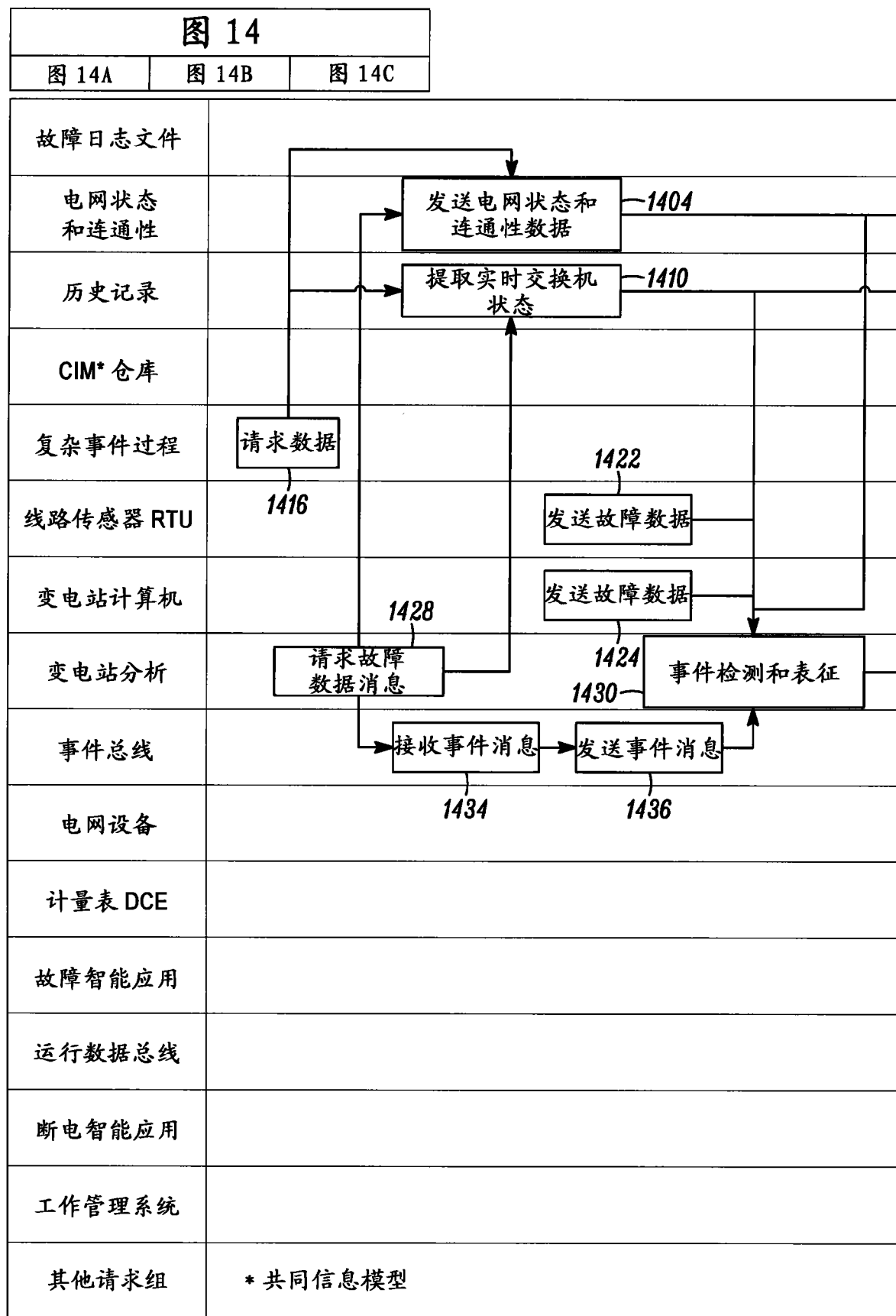


图14A

故障智能性

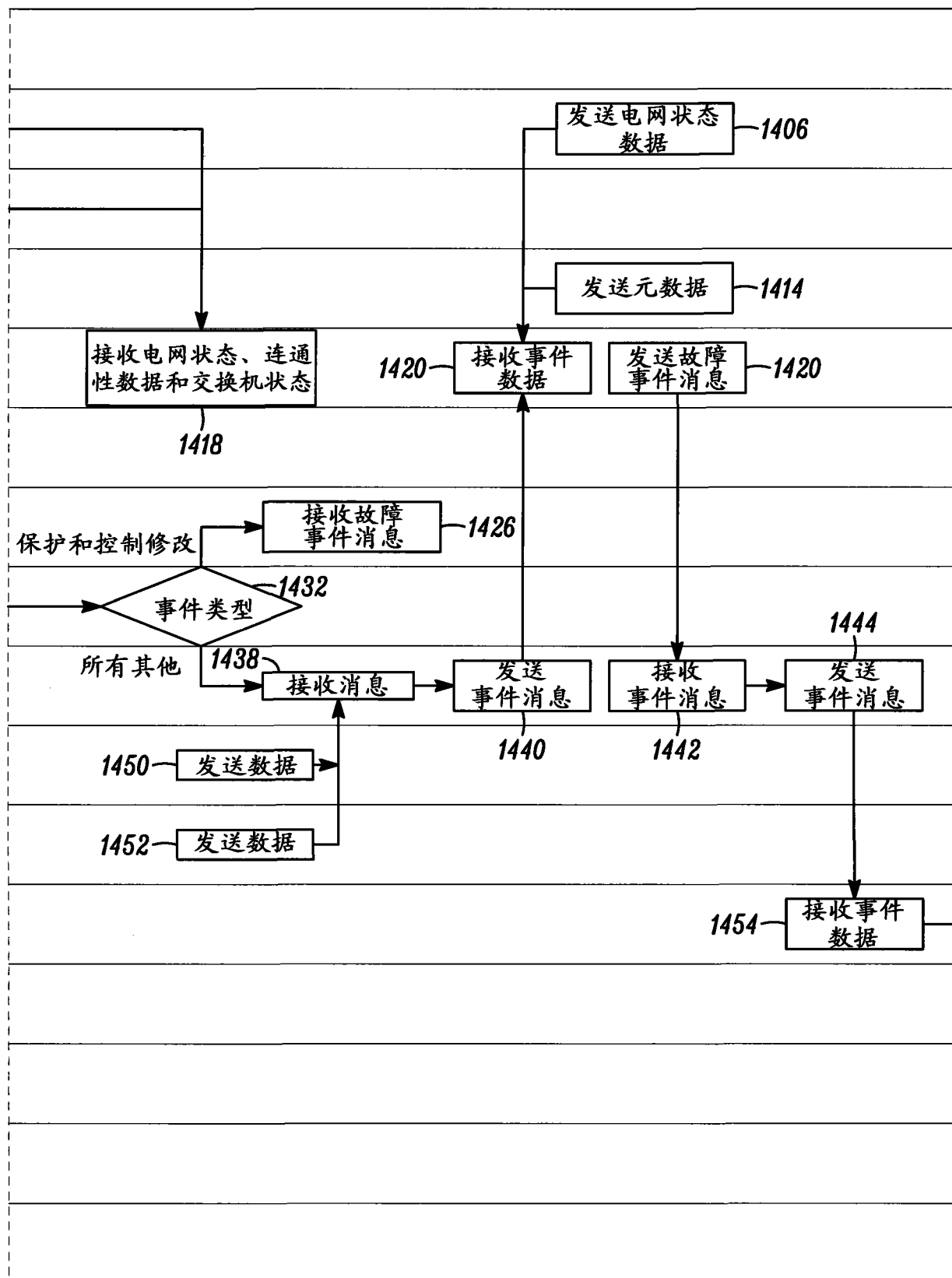


图 14B

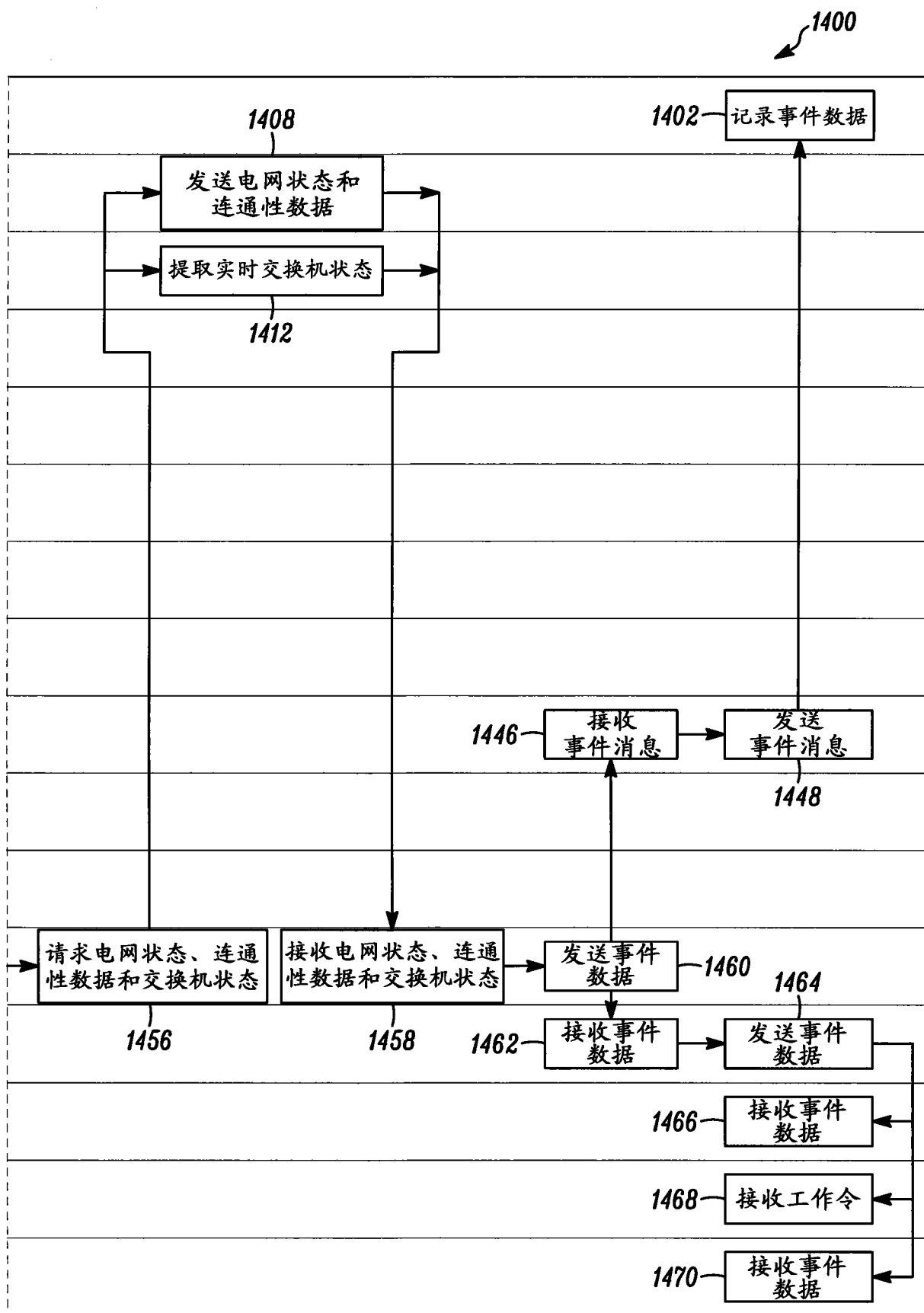


图14C

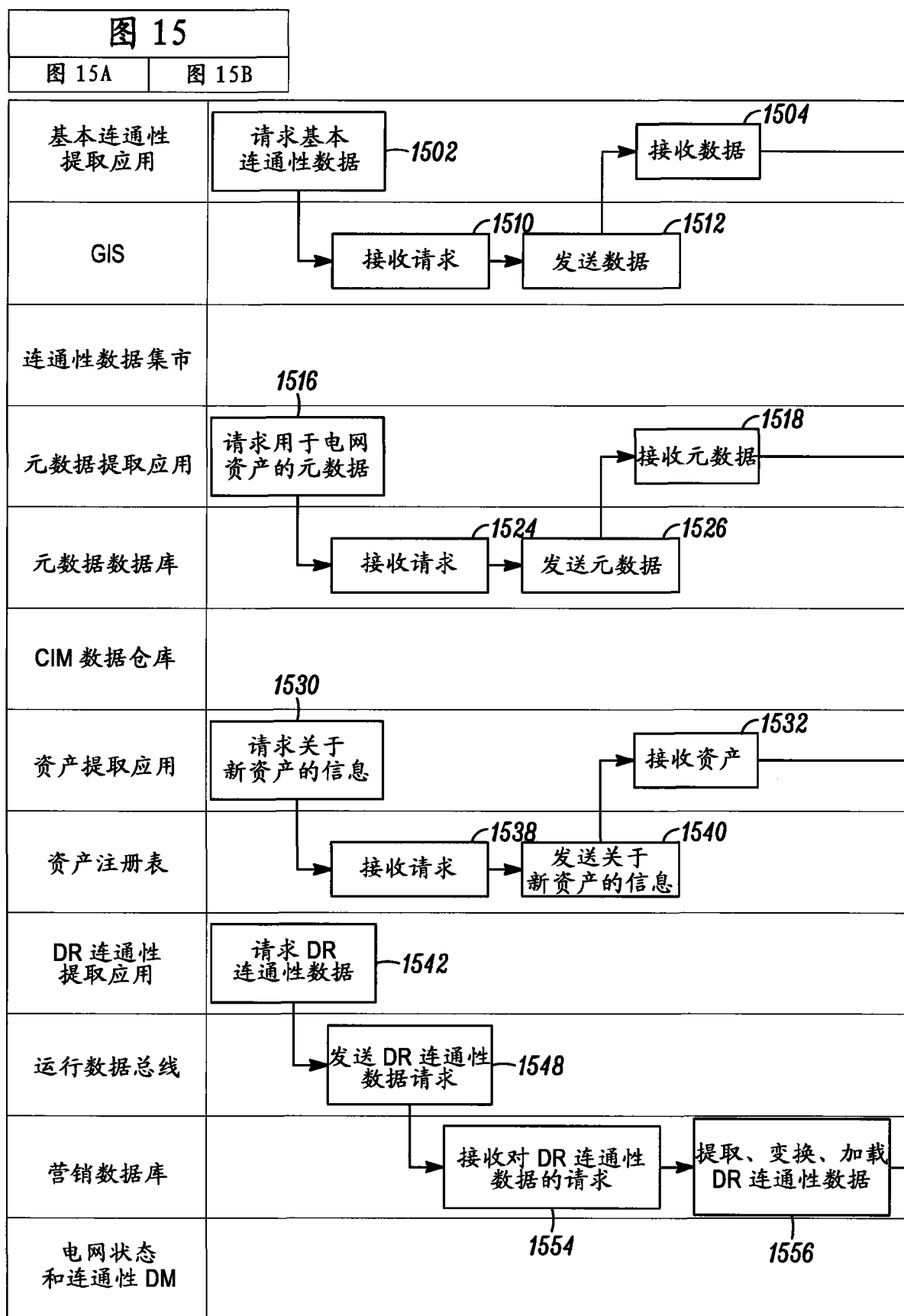


图15A

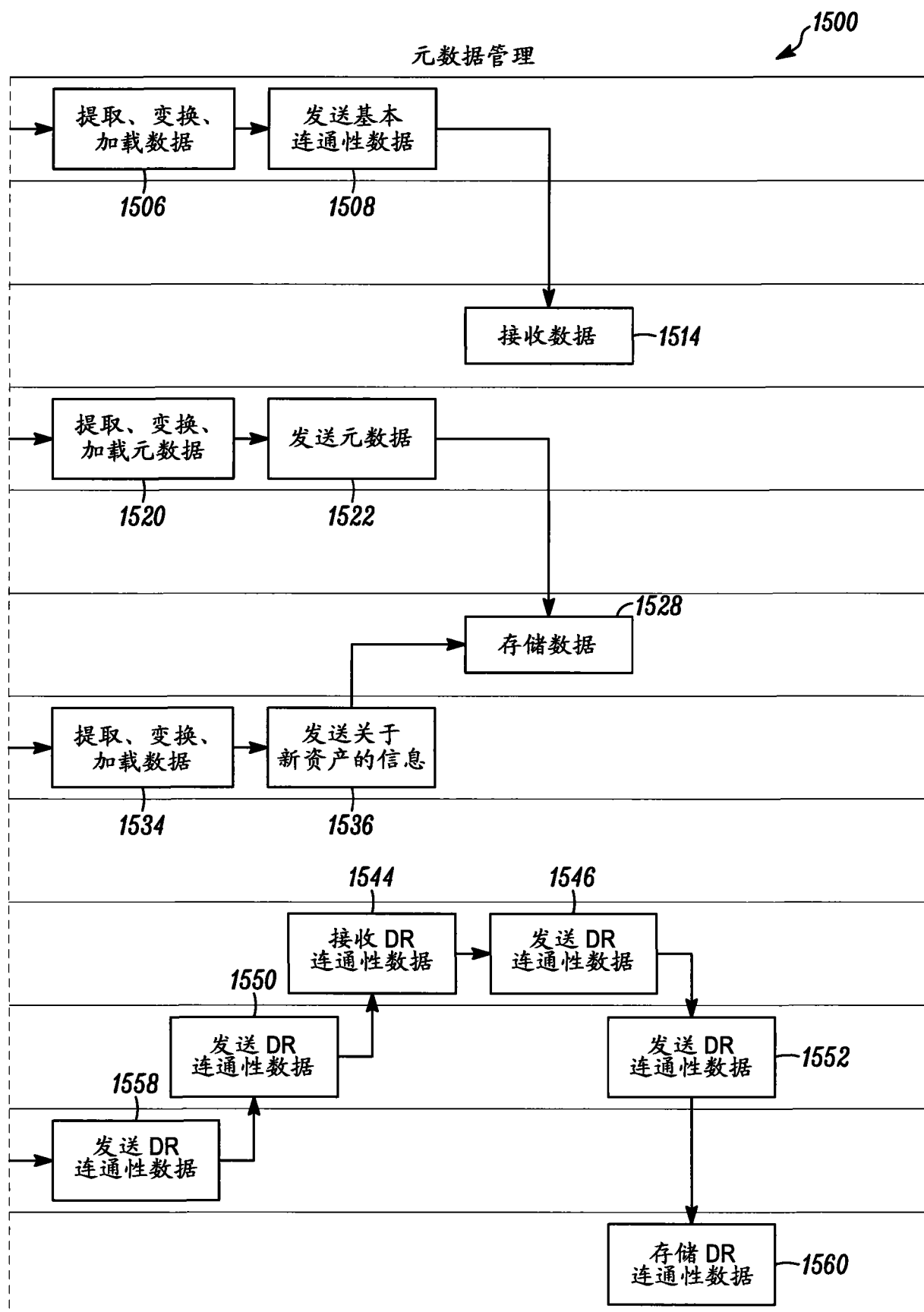


图15B

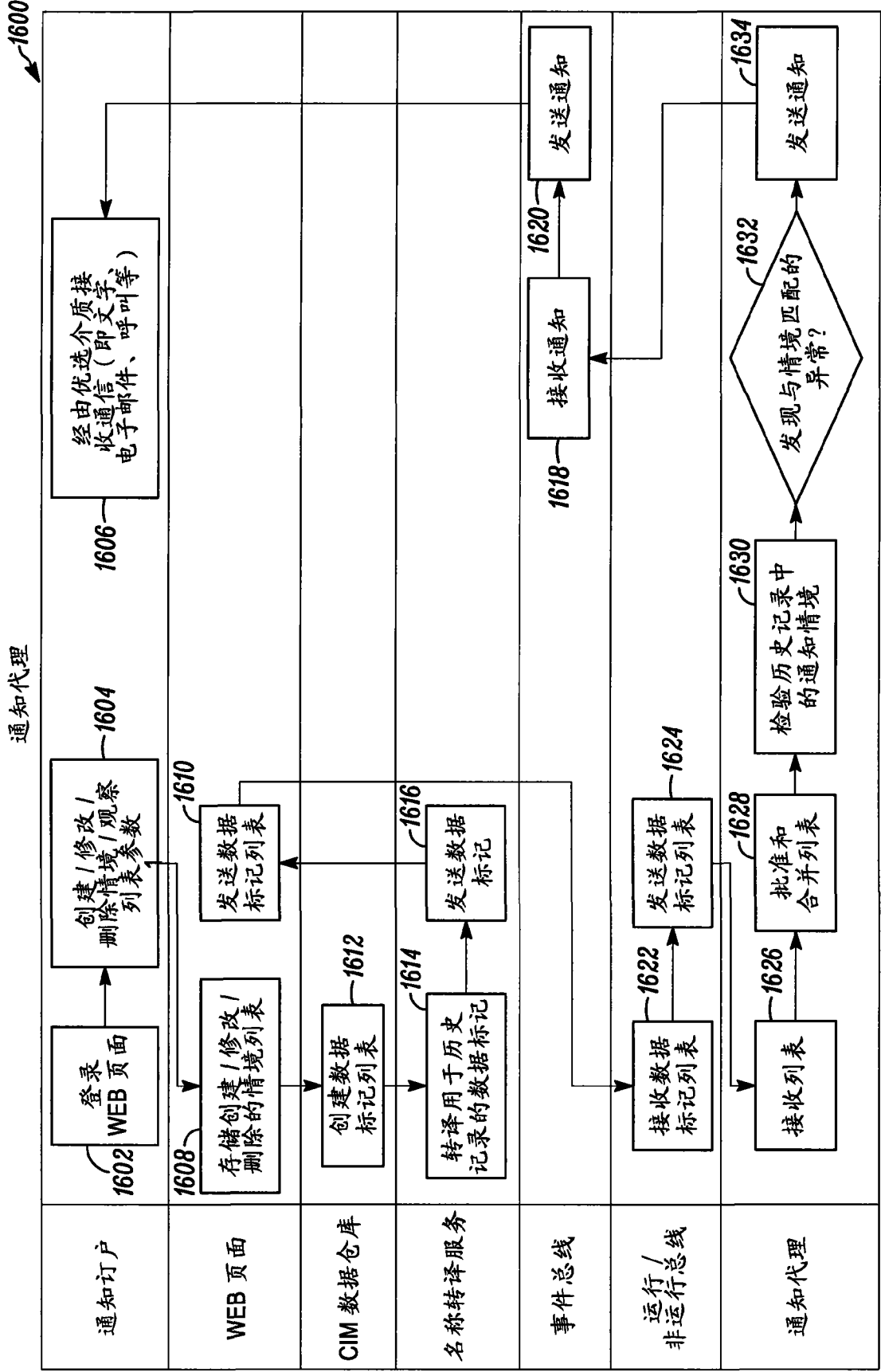


图16

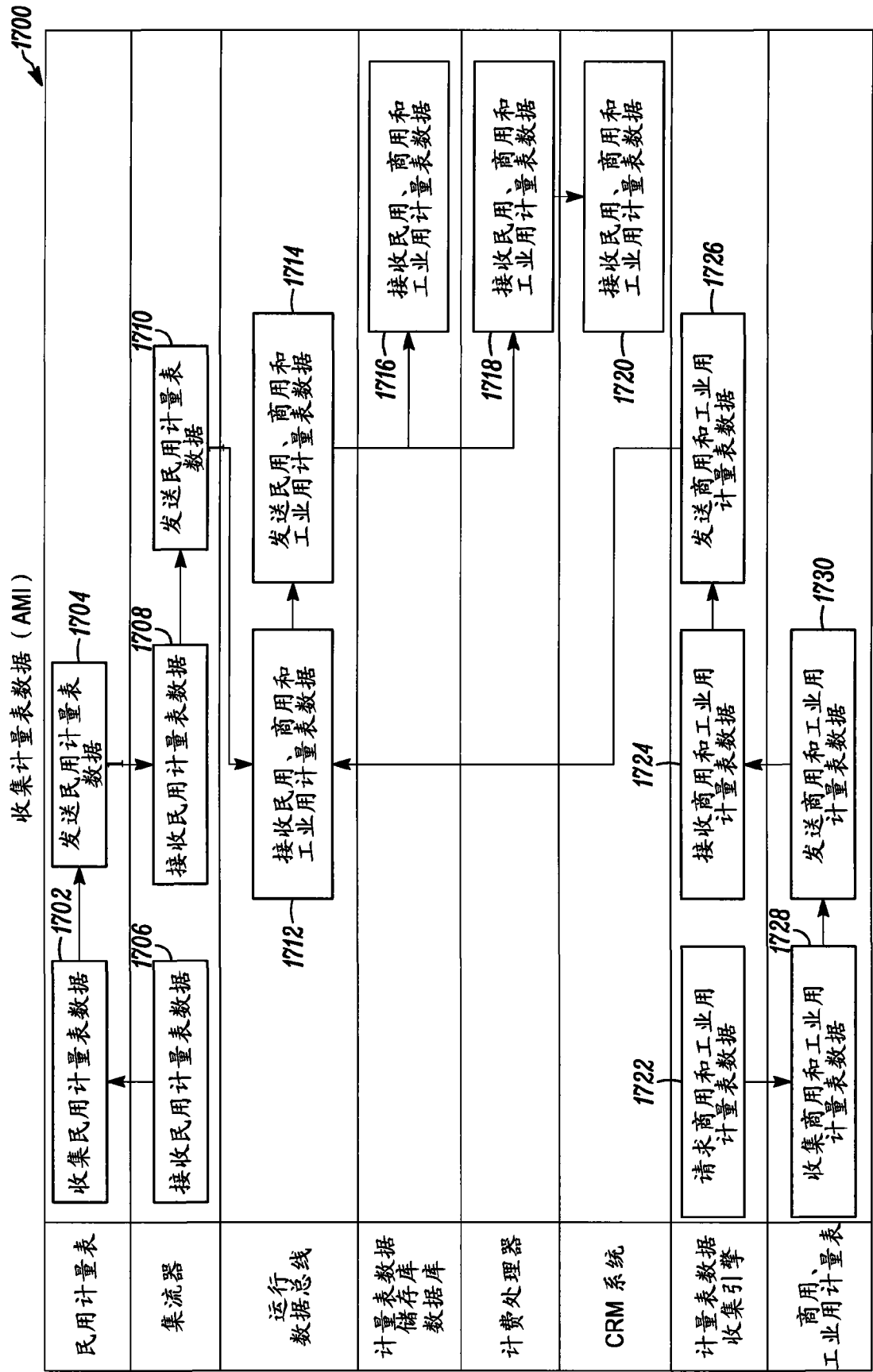


图17

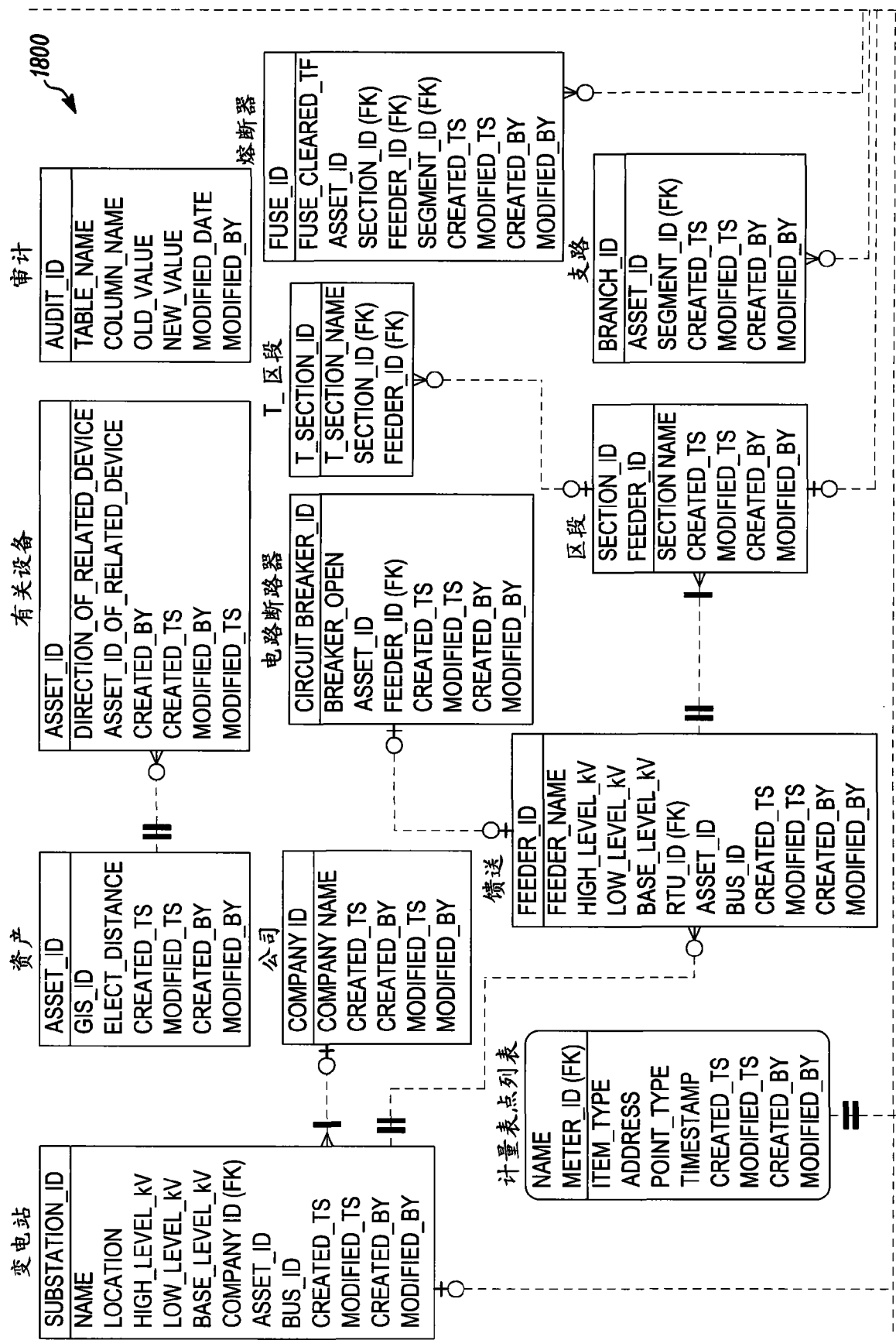


图18A

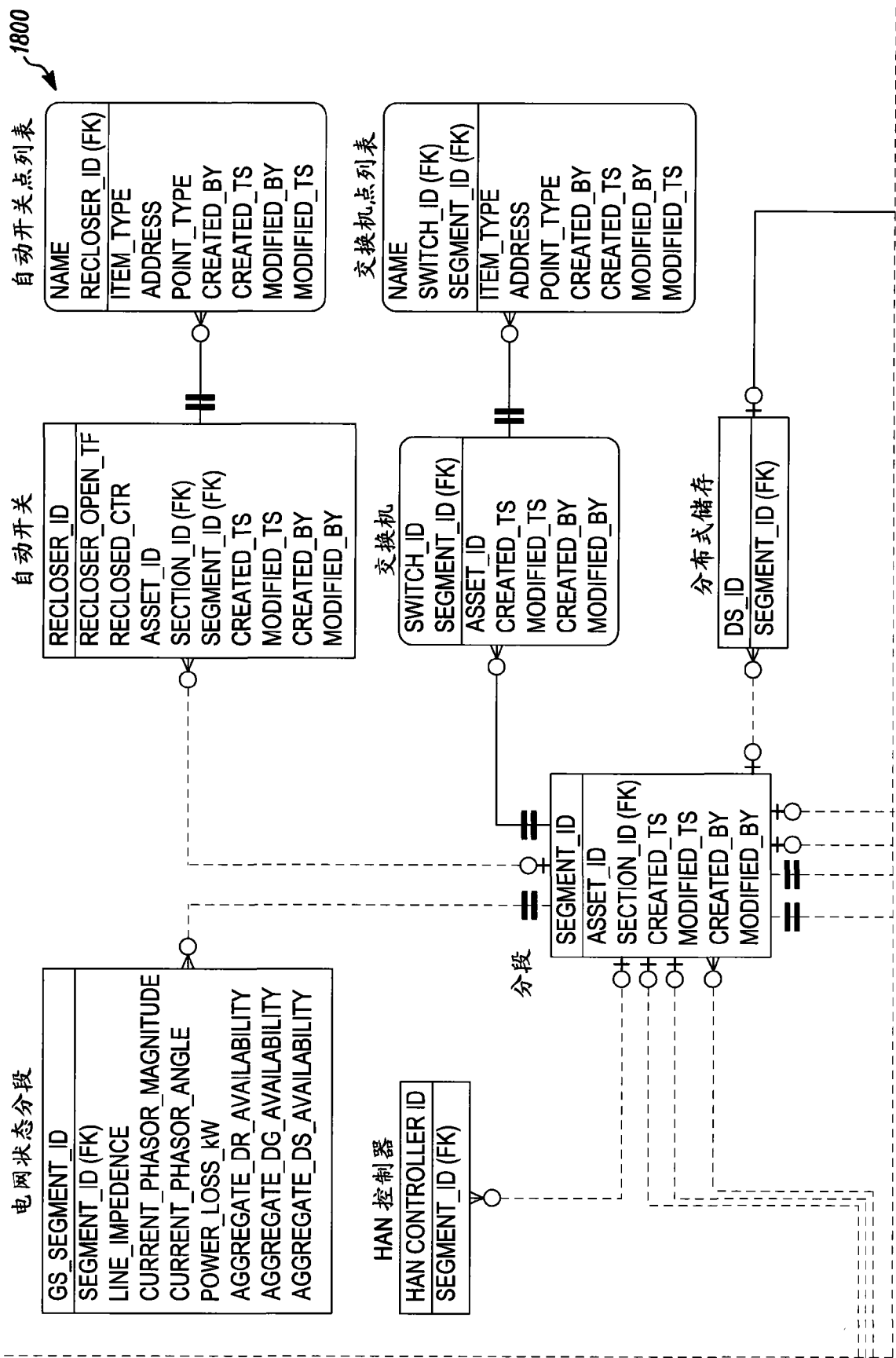


图 18B

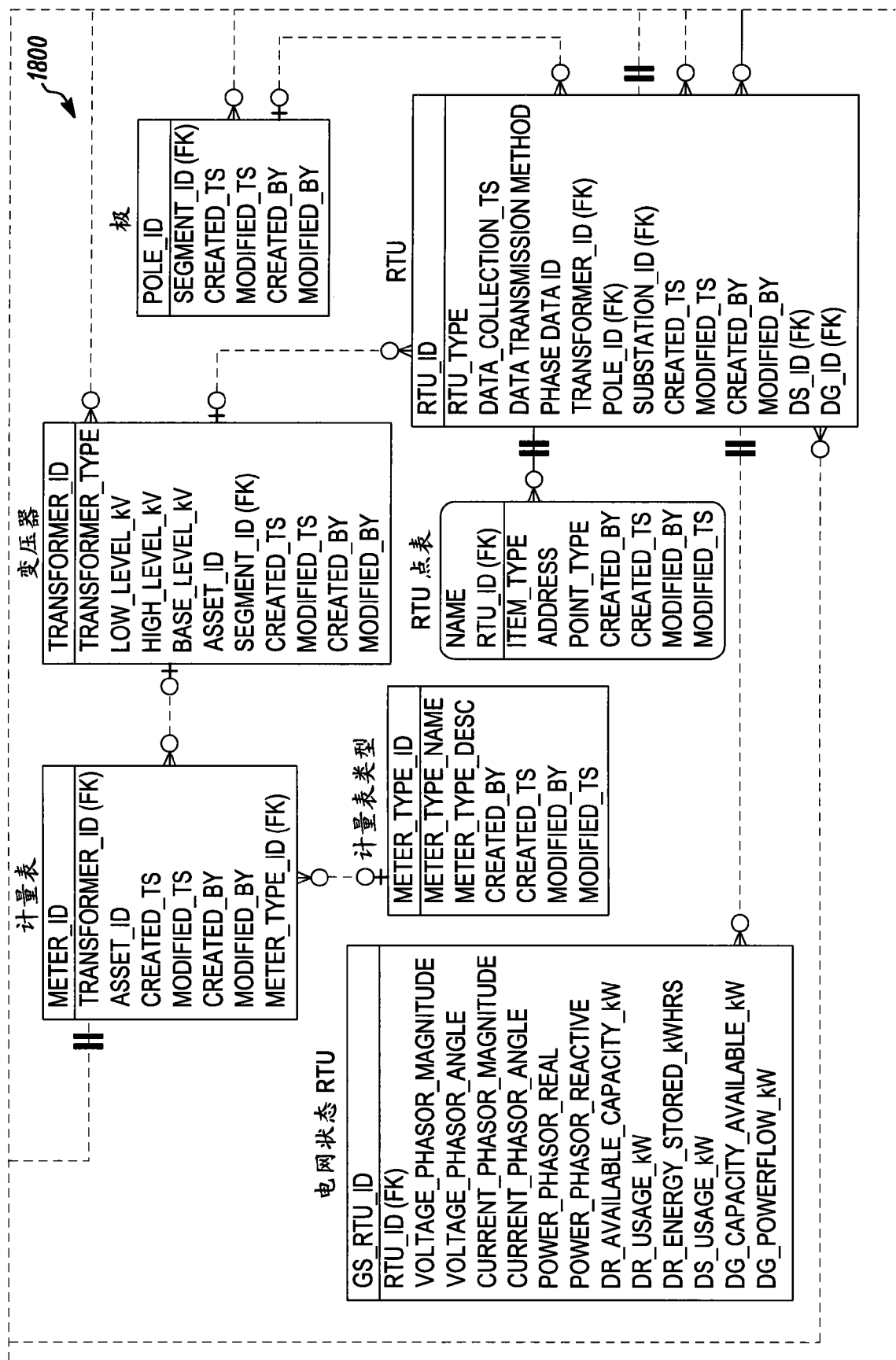


图18C

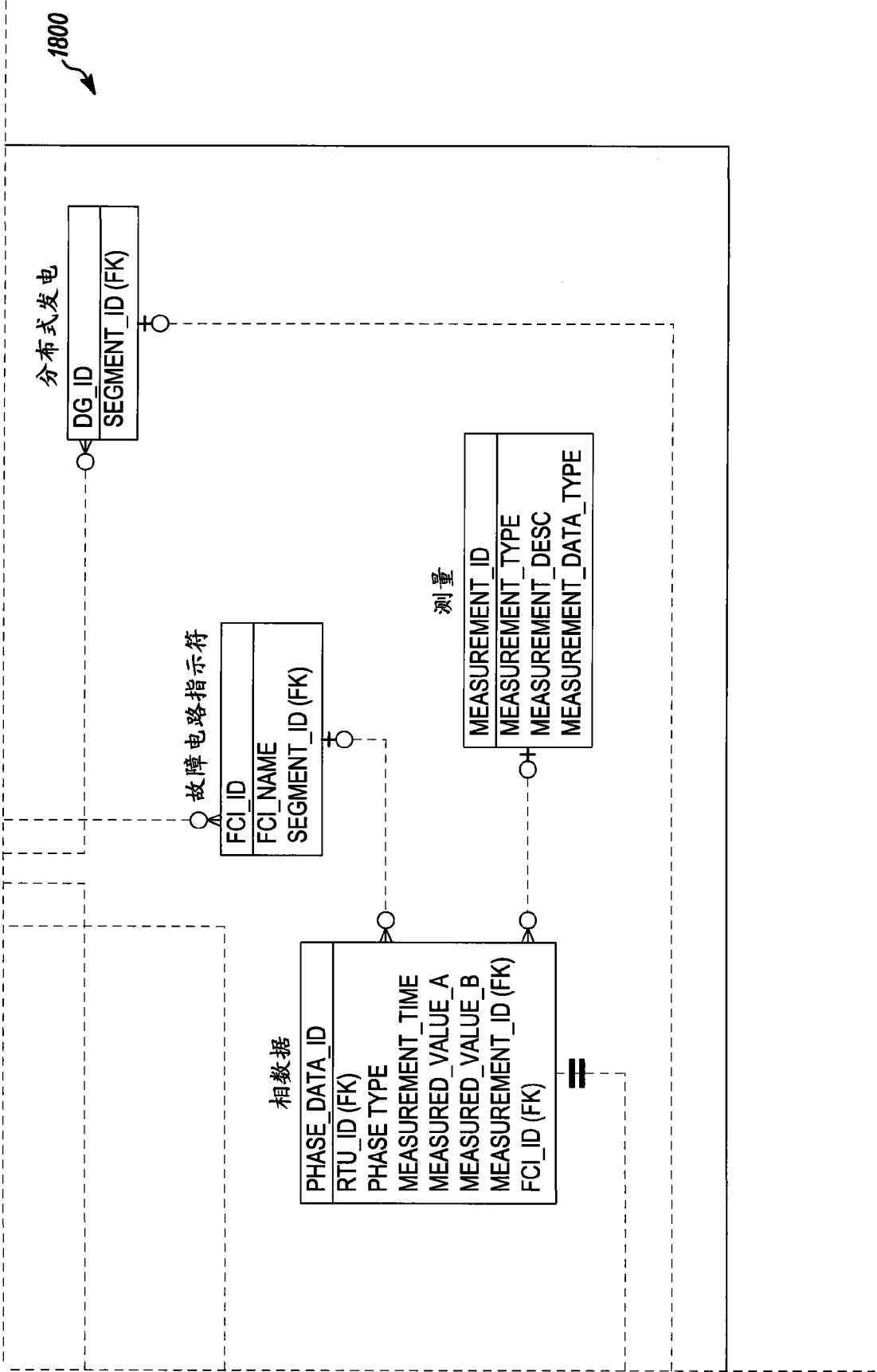


图18D

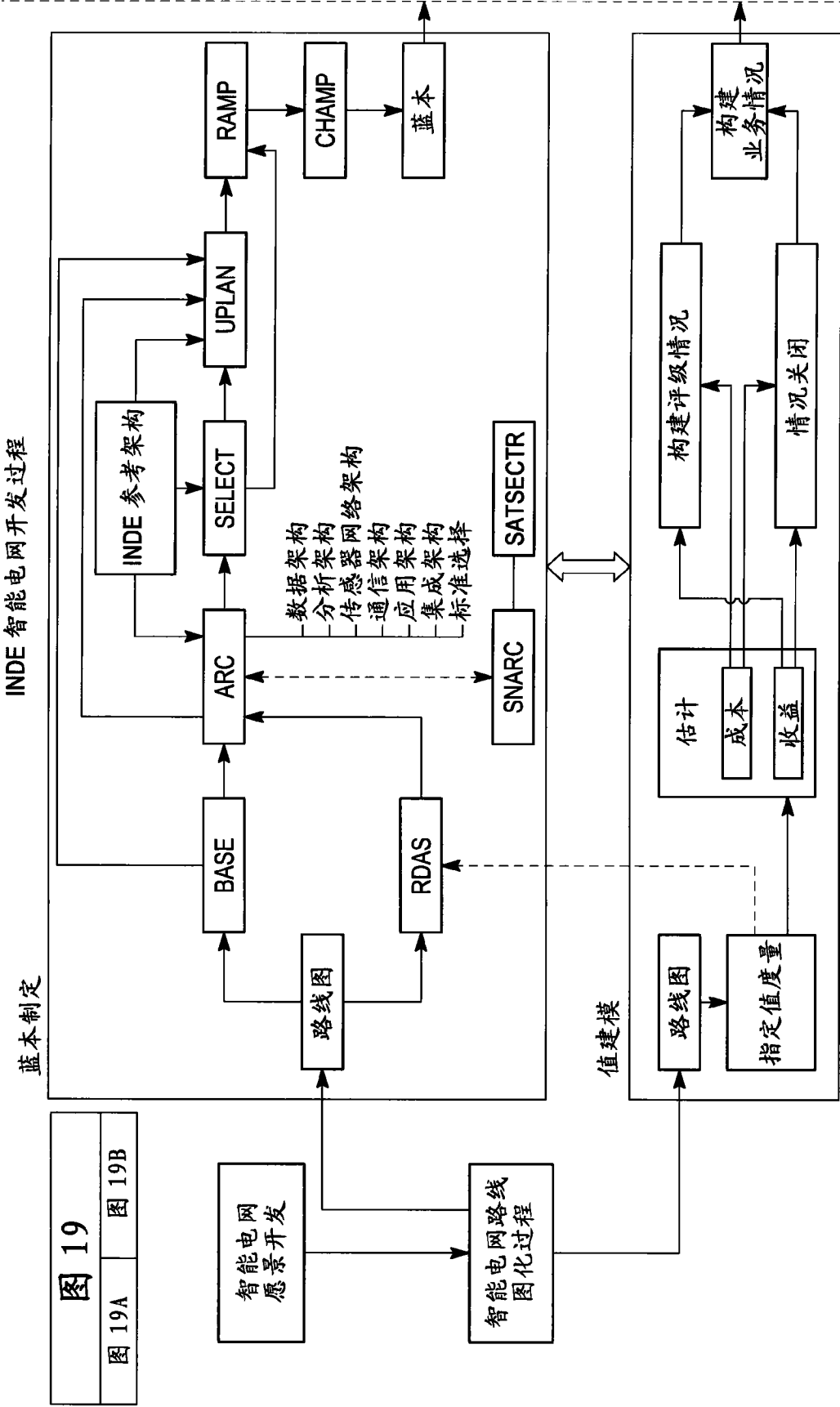


图19A

蓝本过程列表

BASE	基线和系统评估
RDAS	需求定义和分析选择
ARC	架构配置
SELECT	方案元件评估和部件模板
UPLAN	升级针对应用和网络的规划
RAMP	风险评估和管理规划
CHAMP	改变分析和规划
SNARC	传感器网络架构配置
SATSECTR	经由 T- 区段递归的传感器分配

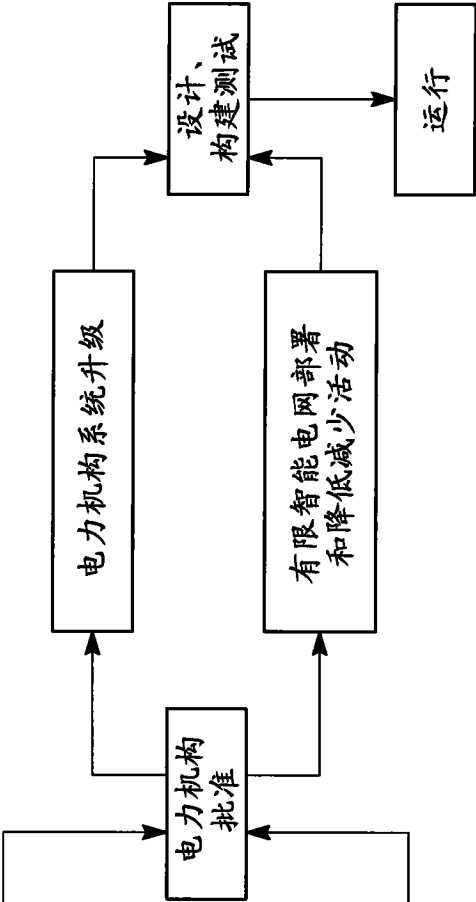


图19B