



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03804602.4

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100559309C

[22] 申请日 2003.2.25 [21] 申请号 03804602.4

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 25 [33] US [31] 60/359,544

[32] 2003. 1. 6 [33] US [31] 60/438,159

[86] 国际申请 PCT/US2003/005448 2003.2.25

[87] 国际公布 WO2003/073176 英 2003.9.4

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.25

[73] 专利权人 通用电气公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 托马斯·F·帕帕洛

因德拉·帕卡亚斯撒

伊曼德·安达拉维斯·安达拉维斯

厄图格鲁尔·伯坎

斯科特·查尔斯·埃文斯

拉赫尔·戈尔 江明晓

肖巴哈纳·马尼

丹尼尔·劳伦斯·莫里尔

尤金·约瑟夫·小奥洛斯基

马克·罗伯特·皮尔曼

威廉姆·詹姆斯·普雷莫兰尼

拉马克里斯纳·拉奥 萨曼莎·拉奥

奥斯塔斯·雷蒙德·小施诺尔

查尔斯·斯科特·西林

丹尼尔·怀特·塞克斯顿

索马谢克哈·巴萨瓦拉

特里·迈克尔·托普卡

审查员 张晓霞

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 梁 永

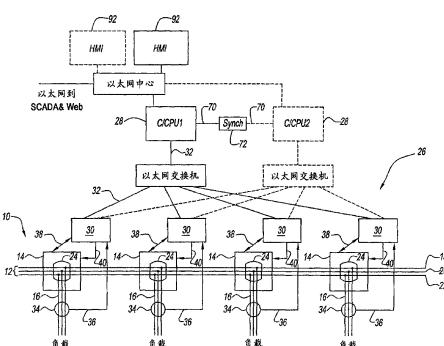
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

用于配电系统的保护系统

## [57] 摘要

提供一种用于配电系统的保护系统(图1)。该保护系统包括一台中央计算机(28)、多个数据模块(30)、及一个数据网络(32)。数据模块(30)每个与配电系统的不同断路器(14)通信。数据网络(32)在中央计算机(28)与多个数据模块(30)之间通信。中央计算机(28)在数据网络(32)上向多个数据模块(30)发送指令，以有助于同步地取样在多个数据模块(30)处的电力状态。



1. 一种用于配电系统的保护系统，包括：  
中央计算机；  
多个数据模块，每个与配电系统的不同断路器通信；及  
数据网络，在所述中央计算机与所述多个数据模块之间通信，其中所述中央计算机在所述数据网络上向所述多个数据模块发送指令，所述多个数据模块中的每一个根据所述指令调节取样周期，以有助于同步地取样在所述多个数据模块处的电力状态。
2. 根据权利要求 1 所述的保护系统，其中，所述指令保证所有的所述多个数据模块在预定时间窗口内取样所述状态。
3. 根据权利要求 2 所述的保护系统，其中，所述预定时间窗口小于约十微妙。
4. 根据权利要求 2 所述的保护系统，其中，所述预定时间窗口约五微秒。
5. 根据权利要求 1 所述的保护系统，其中，保护系统具有一致的故障响应时间，所述故障响应时间是在当故障状态发生时与模块向其有关断路器发出断开命令时之间的时间。
6. 根据权利要求 5 所述的保护系统，其中，所述一致故障响应时间小于在配电系统中电力的单个周期。
7. 根据权利要求 1 所述的保护系统，其中，所述多个数据模块的每一个被配置成将所述状态封装在第一消息中，该第一消息在所述数据网络上传送到所述中央计算机。
8. 根据权利要求 7 所述的保护系统，其中，所述中央计算机根据所述第一消息向所述多个数据模块提供第二消息。
9. 根据权利要求 8 所述的保护系统，其中，所述中央计算机响应所述指令发送所述第二消息。
10. 根据权利要求 8 所述的保护系统，其中，所述第二消息包括所述指令的至少一部分。

11. 根据权利要求 8 所述的保护系统，其中，所述第二消息指令所述多个数据模块的至少一个，以操作所述不同的断路器。

12. 根据权利要求 1 所述的保护系统，其中，所述中央计算机完成配电系统的所有保护功能、控制功能、及监视功能。

13. 根据权利要求 1 所述的保护系统，其中，所述中央计算机将配电系统中对于一个或多个负载的电力管理与来自配电系统中一根或多根馈电线的电力管理相集成。

14. 一种保护配电系统的方法，包括：

将同步指令发送到多个数据模块；

在所述多个数据模块中的每一个上运行锁相环算法；

根据由所述同步指令调节的所述锁相环算法从配电系统中取样电力状态，所述多个数据模块中的每一个与在配电系统中的不同组的可分离触头通信；

将包含所述电力状态的第一消息从所述多个数据模块的每一个传输到中央计算机；

在所述中央计算机中根据所述第一消息确定第二消息；及

将所述第二消息传输到所述多个数据模块的每一个，从而所述多个数据模块的一个或多个响应所述第二消息操作所述不同组的可分离触头。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，所述同步指令从在所述计算机内部或外部的装置发送。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，所述同步指令保证在预定时间窗口内取样所述电力状态。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中，所述预定时间窗口小于约十微秒。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述预定时间窗口约五微秒。

19. 根据权利要求 14 所述的方法，其中所述第二消息包括所述同步指令的至少一部分。

20. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，所述中央计算机完成配电系统的所有保护功能、控制功能、及监视功能。

21. 根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括将配电系统中对于一个或多个负载的电力管理与来自配电系统中一根或多根馈电线的电力管理相集成。

22. 一种配电系统，包括：

处理单元；

第一电力母线，用来经第一断路器向第一支路供电，并且经第二断路器向第二支路供电；

第一数据模块，被配置成，操作所述第一断路器并且从所述第一支路取样第一参数；

第二数据模块，被配置成，操作所述第二断路器，并且从所述第二支路取样第二参数；及

数据网络，把所述第一和第二数据模块链接到所述处理单元上，所述处理单元根据所述第一和第二参数完成用于配电系统的所有主要配电功能，其中所述处理单元把同步信号传送到所述第一和第二数据模块，从而所述第一和第二数据模块在预定时间窗口内分别取样所述第一和第二参数。

23. 根据权利要求 22 所述的配电系统，其中，所述第一和第二参数从由如下组成的组中选择：负载电流、电压电位、断路器辅助开关的位置、及断路器操作弹簧加载的状态。

24. 根据权利要求 22 所述的配电系统，其中，所述主要配电功能包括从由如下组成的组中选择的功能：瞬时过流功能、短时间过流功能、长时间过流功能。继电器保护功能、逻辑控制功能、数字信号处理功能、及上述的任意组合。

25. 根据权利要求 22 所述的配电系统，其中，所述数据网络是具有星型布局的以太网。

26. 根据权利要求 22 所述的配电系统，其中，所述预定时间窗口小于约十微秒。

27. 根据权利要求 26 所述的配电系统，其中，所述预定时间窗口约五微秒。

28. 根据权利要求 22 所述的配电系统，还包括：

第一主断路器，用来从第一电力馈电线向所述第一电力母线提供电力；  
和

第一主数据模块，被配置成，操作所述第一主断路器并且从所述第一电力馈电线取样第一主参数，其中所述处理单元将所述同步信号传送到所述主数据模块，所述主数据模块部分地根据所述同步信号取样所述第一主参数，并且所述主数据模块将所述第一主参数发送到所述处理单元。

29. 根据权利要求 28 所述的配电系统，还包括：

第二主断路器，用来从第二电力馈电线向第二电力母线提供电力；

第二主数据模块，被配置成，操作所述第二主断路器并且从所述第二电力馈电线取样第二主参数；

联络断路器，用于在所述第一和第二电力母线之间提供电力； 和

联络断路器数据模块，被配置成，操作所述联络断路器并且从所述第一和/或第二电力母线取样联络参数，其中所述第一主数据模块、第二主数据模块、及联络数据模块分别取样所述第一主参数、所述第二主参数、及所述联络参数，并且把所述第一主参数、所述第二主参数、及所述联络参数分别发送到所述处理单元，从而所述中央控制处理单元能完成对于配电系统的所有主要配电功能。

## 用于配电系统的保护系统

### 技术领域

本发明一般涉及配电系统。更具体地说，本发明涉及一种用于配电系统的保护系统。

### 背景技术

工业配电系统通常把引入的电力划分到多个支路中。支路向在工业设施中的各种设备（即负载）供给电力。断路器一般被设置在每个支路中，以利于保护在支路内的设备。断路器被设计成通过非自动装置断开和闭合电路，并且被设计成当在其额定值范围内适当地应用时，对于预定的过电流自动断开电路而不损坏其本身。断路器通常包括封闭在断路器本体内的辅助保护器。一种普通类型的辅助保护器称作电子跳闸单元。断路器和其辅助保护器已经证明在管理电路负载的保护方面是有用的。

然而，可能希望把支路的负载管理相互集成。另外，可能希望将支路上负载的管理与给支路馈电的电力馈送器的管理相集成。更进一步，可能希望提供对系统的监视。

为了提供这种集成的保护和监视，现有的配电系统要实施解决方案成本高并且困难。当今，这些功能的每一种由分立硬件完成，该分立硬件常常带有测量系统参数所必需的分立传感器和在电力电路遮断器中切换电力电路的辅助装置。在这样的现有系统中，需要在系统中在所有电子跳闸单元之间的硬导线连接，以便协调在系统中每个独立的跳闸单元与其它跳闸单元的负载控制决定。而且，也需要硬导线连接，以将用于独立电子跳闸单元的信息提供给执行馈电管理决定的分立系统。通过执行馈电管理决定的分立系统进行的控制决定更复杂，因为来自各种独立电子跳闸单元的信息通常不同相。

另外，需要另一种硬件装置，以便然后提供希望的监视功能性。

因而，存在对具有完全集成保护系统的配电系统的持续需要。况且，存在这样的持续需要：低成本、易于安装、和易于更新用于配电系统的完全集成保护系统。

## 发明内容

在一个示范实施例中，提供一种用于配电系统的保护系统。该保护系统包括一台中央计算机、多个数据模块、及一个数据网络。数据模块每个与配电系统的不同断路器通信。数据网络在中央计算机与多个数据模块之间通信。中央计算机在数据网络上向多个数据模块发送指令，以有助于同步地取样在多个数据模块处的电力状态。

在另一个示范实施例中，提供一种保护配电系统的方法。该方法包括：将同步指令发送到多个数据模块；部分根据同步指令从配电系统取样电力状态，多个数据模块的每一个与在配电系统中的一个不同组的可分离触头通信；将包含电力状态的第一消息从多个数据模块的每一个传输到中央计算机；中央计算机根据第一消息确定第二消息；及将第二消息传输到多个数据模块的每一个，从而多个数据模块的一个或多个响应第二消息操作该不同组的可分离触头。

在又一个示范实施例中，提供一种配电系统。该配电系统包括一个处理单元、一根第一电力母线、一个第一数据模块、一个第二数据模块、及一个数据网络。第一电力母线经第一断路器向第一支路供电，并且经第二断路器向第二支路供电。第一数据模块操作第一断路器，并且从第一支路取样第一参数。类似地，第二数据模块操作第二断路器，并且从第二支路取样第二参数。数据网络把第一和第二数据模块链接到处理单元上。处理单元根据第一和第二参数完成用于配电系统的所有主要配电功能。处理单元把同步信号传送到第一和第二数据模块，从而第一和第二数据模块在一个预定时间窗口内取样第一和第二参数。

由如下详细描述、附图、及所附权利要求书，本领域的技术人员

将明白和理解本发明的上述和其它特征和优点。

### 附图说明

图 1 是一种具有集成的保护、监视、及控制系统的一个示范实施例的配电系统的示意图；

图 2 是图 1 的集成的保护、监视、及控制系统的一个数据采样和传输模块的一个示范实施例的示意图；

图 3 表明用于图 1 的集成的保护、监视、及控制系统的响应时间的示范实施例；以及

图 4 是一种具有集成的保护、监视、及控制系统的第二配电系统的示意图。

### 具体实施方式

现在参照附图和特别是图 1，示出了整体由标号 10 指示的一种配电系统的示范实施例。系统 10 将电力从至少一根电力母线 12 经数个或多个断路器 14 分配到支路 16。

电力母线 12 通过例子表明为具有第一相 18、第二相 20、及第三相 22 的三相电力系统。电力母线 12 也能包括一个中间相位（未示出）。为了清楚的目的，举例说明的系统 10 将电力从电力母线 12 通过四个断路器 14 分配到四个电路 16。当然，由本发明能想到，电力母线 12 能具有任何希望数量的相，并且/或者系统 10 能具有任何希望数量的断路器 14。

每个断路器 14 带有一组可分离的触头 24（示意地表明）。触头 24 选择性地将电力母线 12 置成与在电路 16 上的至少一个负载（也示意地表明）联通。负载能包括，例如但不限于电动机、电焊机、计算机、加热器、照明设备、和/或其它电气设备的装置。

在图 1 中表明的配电系统 10 具有中央控制的和完全集成的保护、监视、及控制系统 26（下文为“系统”）的示范实施例。系统 26 被配置成从一个中央控制处理单元 28（下文为“CCPU”）控制和监

视配电系统 10。CCPU28 与在一个数据网络 32 上的数个或多个数据取样和传输模块 30（下文为“模块”）通信。网络 32 把来自所有模块 30 的所有信息基本上同时传送到 CCPU28。

因而，系统 26 能包括保护和控制方案，这些保护和控制方案考虑到在一个或所有断路器 14 处的诸如电流值和相位之类的电信号的值。而且，系统 26 把配电系统 10 的各个断路器 14 的保护、控制、及监视功能集成在一个单一、中心化的控制处理器（例如，CCPU28）中。系统 26 向 CCPU28 提供通过在网络 32 上与模块 30 和断路器 14 数字通信得到的一个同步的信息组的全部，并且向 CCPU 提供根据这个完全数据组操作这些装置的能力。

明确地说，CCPU28 完成用于配电系统 10 的所有主要配电功能。即，CCPU28 完成系统 26 的所有的瞬时过流保护（IOC）、分类时间过流、长时间过流、继电器保护、及逻辑控制以及数字信号处理功能。因而，系统 26 能够使设置变化，并且使数据记录在单个、中央位置，即 CCPU28。CCPU28 这里通过例子描述为中央处理单元。当然，通过本发明能想到，CCPU28 包括任何可编程电路，例如但不限于计算机、处理器、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路、及其它可编程电路。

如图 1 中所示，每个模块 30 与断路器 14 之一通信。每个模块 30 也与检测母线 12 和/或电路 16 的每相（例如，第一相 18、第二相 20、第三相 22、及零线）中的电力状态的至少一个传感器 34 通信。传感器 34 能包括电流互感器（CT）、电压互感器（PT）、及其任意组合。传感器 34 监视在电路 16 中的引入电力的状态，并且把代表电力状态的第一信号 36 提供给模块 30。例如，传感器 34 能是电流互感器，这些电流互感器产生一个与在电路 16 中的电流成比例的二次电流，从而第一信号 36 是二次电流。

模块 30 向断路器 14 发送一个或多个第二信号 38，并且/或者从其接收该第二信号 38。第二信号 38 能代表断路器 14 的一个或多个状态，例如但不限于可分离触头 24 的位置、弹簧加载开关状态、及

其它。另外，模块 30 被配置成通过向断路器发送一个或多个第三信号 40 而操作断路器 14，以便如希望的那样断开/闭合可分离触头 24。在一个第一实施例中，断路器 14 不能打开可分离触头 24，除非由系统 26 指令它这样做。

系统 26 利用数据网络 32，用于从模块 30 获得数据和向模块发送数据。因而，网络 32 被配置成在 CCPU28 与模块 30 之间提供希望级的通信容量和业务管理。在一个示范实施例中，网络 32 能被配置成不在模块 30 之间实现通信（即，没有模块对模块通信）。

另外，系统 26 能被配置成，提供一种一致的故障响应时间。如这里使用的那样，系统 26 的故障响应时间被定义为在当故障状态发生时与模块 30 向其有关断路器 14 发出断开命令时之间的时间。在一个示范实施例中，系统 26 具有小于 60 Hz（赫兹）波形的单个周期的故障响应时间。例如，系统 26 能具有约三毫秒的最大故障响应时间。

网络 32 的配置和操作协议能被配置成提供上述的通信容量和响应时间。例如，网络 32 能是具有在图 1 中表明的星形布局的以太网。在这个实施例中，网络 32 是一种具有一般由删除和/或故障的以太网采用的碰撞检测多路存取（CSMA/CD）协议的全双工网络。更正确地说，网络 32 是用来管理碰撞域的被切换的以太网。

在这种配置中，网络 32 提供至少约 100 Mbps（兆位每秒）的数据传输速率。例如，数据传输速率能是约 1Gbps（吉位每秒）。另外，跨过网络 32 在 CCPU28 与模块 30 之间的通信能被管理，以优化网络 32 的使用。例如，通过调节信息量、消息频率、消息内容、和/或网络速度的一个或多个能优化网络 32。

因而，网络 32 提供响应时间，该响应时间包括预定通信、固定消息长度、全双工操作模式、及防止碰撞的交换机，从而在下组消息计划到达之前，所有消息都被移动到在 CCPU28 中的存储器。这样，系统 26 能在中央位置和以集中方式完成希望的控制、监视、及保护功能。

应该认识到，以上通过例子把数据网络 32 仅描述为具有特定配置、布局、及数据传输协议的以太网络。当然，本发明想到任何数据传输网络的使用，这种网络保证希望的数据容量和完成希望的功能范围所必需的一致故障响应时间。示范实施例实现在 CCPU28 与模块 30 之间的子周期传输时间和完全样本数据，以便对于多个模块以与传统装置有关的精度和速度完成所有配电功能。

CCPU28 能相互依赖地完成支路保护、区域保护、及继电器保护，因为系统信息的全部都在一个中央位置，即在 CCPU 处。另外，CCPU28 基于中央布置的系统信息能完成一种或多种监视功能。因而，系统 26 提供现有系统没有考虑到的相干和集成的保护、控制、及监视方法学。例如，系统 26 以低成本和使安装系统容易的方式集成和协调负载管理、馈电管理、系统监视、及其它系统保护功能。

为了清楚的目的，参照图 1 和 2 描述系统 26 的负载管理能力，同时参照图 3 描述系统 26 的馈电管理能力。

模块 30 的一个示范实施例表明在图 2 中。模块 30 具有一个微处理器 42、一根数据总线 44、一个网络接口 46、一个电源 48、及一个或多个存储器装置 50。

电源 48 被配置成从一个第一电源 52 和/或一个第二电源 54 接收电力。第一电源 52 能是不间断电源(未表示)、多个电池(未表示)、电力母线(未表示)、及其它电源的一个或多个。在表明的实施例中，第二电源 54 是从传感器 34 得到的二次电流。

电源 48 被配置成把电力 56 从第一和第二电源 52、54 提供到模块 30。例如，电源 48 能向微处理器 42、数据总线 42、网络接口 44 及存储器装置 50 提供电力。电源 48 也被配置成把一个第四信号 58 提供给微处理器 42。第四信号 58 指示什么电源向电源 48 供电。例如，第四信号 58 能指示电源 48 是否正在从第一电源 52、第二电源 54、或第一和第二电源两者接收电力。

网络接口 46 和存储器装置 50 在数据总线 44 上与微处理器 42 通信。网络接口 46 能连接到网络 32，从而微处理器 42 与 CCPU28

通信。

微处理器 42 接收第一信号 36 和第二信号 38 的数字表示。第一信号 36 是由传感器 34 收集的连续模拟数据，而第二信号 38 是来自断路器 14 的离散模拟数据。这样，从模块 30 发送到 CCPU28 的数据是实际电压、电流、及装置状态的数字表示。例如，第一信号 36 能是指示在电路 16 中的电流和/或电压的模拟信号。

因而，系统 26 通过网络 32 把实际原始参数或离散的电气数据（即，第一信号 36）和装置物理状态（即，第二信号 38）提供给 CCPU28，而不是由诸如跳闸单元、仪表、或继电器取样、产生、及存储的处理过的综合信息。结果，CCPU28 具有借助于其进行决定的完整、原始系统范围的数据，并因此能根据从与驻留在 CCPU28 中的控制和保护算法需要的一样多的模块 30 导出的信息，在网络 32 上操作任意或全部断路器 14。

模块 30 具有一个信号调节器 60 和一个模-数转换器 62。第一信号 36 由信号调节器 60 调节，并由 A/D 转换器 62 转换成数字信号。这样，模块 30 收集第一信号 36，并且把代表在第一信号中的原始数据的数字信号 64 呈现给微处理器 42。例如，信号调节器 60 能包括一个提高第一信号 36 的信噪比的滤波电路（未表示）、一个放大第一信号的增益电路（未表示）、一个将第一信号移动到预定范围的电平调整电路（未表示）、一个便于第一信号到 A/D 转换器 62 的传输的阻抗匹配电路（未表示）、及其任意组合。而且，A/D 转换器 62 能是一个取样和保持转换器，借助于来自微处理器 42 或一个由微处理器 42 控制的时钟电路 68 的外部转换启动信号 66 使数字信号 64 同步。

希望基本上同时收集来自在系统 26 中的所有模块 30 的数字信号 64。明确地说，希望来自在系统 26 中的所有模块 30 的数字信号 64 代表在配电系统 10 中的电力的基本相同时刻的瞬态。

模块 30 至少部分基于同步信号或指令 70 取样数字信号 64，如在图 1 中表明的那样。同步指令 70 能产生于在 CCPU28 内部或外部

的一个同步时钟 72。同步指令 70 同时在网络 32 上从 CCPU28 传递到模块 30。同步时钟 72 以正则区间把同步指令 70 发送到 CCPU28，CCPU28 在网络 32 上把指令输送到所有模块 30。

模块 30 使用同步指令 70 修改驻留取样协议。例如，每个模块 30 能具有一种驻留在微处理器 42 上的同步算法。驻留在微处理器 42 上的同步算法能是软件锁相环算法。软件锁相环算法部分基于来自 CCPU28 的同步指令 70 调整模块 30 的取样时段。这样，CCPU28 和模块 30 在系统 26 中一起工作，以保证使来自系统中所有模块的取样（即，数字信号 64）同步。

因而，系统 26 被配置成部分基于同步指令 70 从模块 30 收集数字信号 64，从而数字信号代表相同时刻的瞬态，如彼此处于一个预定时间窗口内。这样，CCPU28 能具有一组代表在配电系统 10 内的每个被监视位置（例如模块 30）的状态的精确数据。预定时间窗口能小于约 10 微秒。例如，预定时间窗口能是约五微秒。

系统 26 的预定时间窗口可能受网络 32 的端口对端口可变性的影响。在一个示范实施例中，网络 32 具有在约 24 纳秒至约 720 纳秒范围内的端口对端口可变性。在一个可选择示范实施例中，网络 32 具有约 2 微秒的最大端口对端口可变性。

已经确定，通过系统 26 对于这种预定时间窗口的所有模块 30 的控制，在跨过模块的测量和向量函数、借助于坐标数据的系统波形捕获、准确事件记录、及其它特征方面能够实现希望级的准确度。在一个示范实施例中，希望级的准确度等于传统装置的准确度和速度。例如，约十微秒的预定时间窗口在测量和向量函数方面提供约 99% 的准确度。

从每个断路器 14 到每个模块 30 的第二信号 38 指示断路器的一种或多种状态。第二信号 38 被提供给模块 30 的分立 I/O 电路 74。电路 74 与断路器 14 和微处理器 42 通信。电路 74 被配置成保证来自断路器 14 的第二信号 38 在希望电压下和没有跳动地被提供给微处理器 42。例如，电路 74 可以包括去跳动电路和多个比较器。

微处理器 42 取样由 CCPU28 同步的第一和第二信号 36、38。然后，转换器 62 把第一和第二信号 36、38 转换成数字信号 64，数字信号 64 由微处理器 42 包入具有希望配置的第一消息 76。第一消息 76 能包括一个指示符，该指示符指示第一消息响应哪个同步信号。这样，第一消息 76 响应哪个同步信号的指示符返回到 CCPU28 用于取样时间标识。

CCPU28 在网络 32 上从模块 30 的每一个接收第一消息 76，并且对全部第一消息中发送的数据执行一种或多种保护和/或监视算法。根据来自一个或多个模块 30 的第一消息 76，CCPU28 能控制一个或多个断路器 14 的操作。例如，当 CCPU28 从第一消息 76 的一个或多个探测到故障时，CCPU 通过网络 32 把一个第二消息 78 发送到一个或多个模块 30。

响应第二消息 78，微处理器 42 使第三信号 40 操作（例如，打开触头 24）断路器 14。断路器 14 能包括多于一个操作机构。例如，断路器 14 能具有一个并联跳闸装置 80 和一个磁性保持螺线管 82。微处理器 42 被配置成发送一个第一输出 84 以操作并联跳闸装置 80 和/或一个第二输出 86 以操作螺线管 82。第一输出 84 指令一个电力控制模块 88 把第三信号 40（即，电力）提供到并联跳闸装置 80，该并联跳闸装置 80 能分离触头 24。第二输出 86 指令一个门电路 90 把第三信号 40 提供给螺线管 82（即，磁通移动器）以分离触头 24。应该注意，并联跳闸装置 80 要求第一电源 52 存在，而螺线管 82 仅当第二电源 54 存在时才能操作。以这种方式，微处理器 42 能响应第二消息 78 而操作断路器 14，而与第一和第二电源 52、54 的状态无关。

除操作断路器 14 之外，模块 30 能与一个或多个局部输入和/或输出装置 94 通信。例如，局部输出装置 94 能是一个模块状态指示器，如可视或可听指示器。在一个实施例中，装置 94 是一个被配置成传送模块 30 的状态的发光二极管（LED）。在另一个实施例中，局部输入装置 94 能是用来手动操作模块 30 的一个或多个部分的状

态修改按钮。在又一个实施例中，局部输入装置 94 是一个用于与模块 30 局部通信的模块接口。

因而，模块 30 适于从传感器 34 取样第一信号 36，如由 CCPU 同步的那样。模块 30 然后将所需要的第一和第二信号 36、38 的数字表示（即，数字信号 64）、以及其它信息包入第一消息 76。来自所有模块 30 的第一消息 76 通过网络 32 被发送到 CCPU28。CCPU28 处理第一消息 76，并且在第二消息 78 中产生和存储控制每个断路器 14 的操作的指令。CCPU28 将第二消息 78 发送到所有模块 30。在一个示范实施例中，CCPU28 响应同步指令 70 将第二消息 78 发送到所有模块 30。

因而，系统 26 能根据来自单独断路器的信息，或与来自在系统 26 中的其它断路器的一个或多个的信息相结合，控制每个断路器 14。在正常的操作条件下，系统 26 在 CCPU28 处完成所有监视、保护、及控制决定。

由于系统 26 的保护和监视算法驻留在 CCPU28 中，所以这些算法能实施，而在断路器 14 或模块 30 中不需要硬件或软件变化。例如，系统 26 能包括一个与 CCPU28 通信的数据输入装置 92，如人机接口（HMI）。在这个实施例中，从数据输入装置 92 能容易地修改驻留在 CCPU28 上的保护和监视算法的一种或多种属性和功能。这样，断路器 14 和模块 30 能比现有系统的断路器/跳闸单元更加标准化。例如，需要超过一百个分立断路器/跳闸单元，以提供对于配电系统的保护通常需要的全值范围。然而，由系统 26 实现的断路器 14 和模块 30 的属性能将该数量减少百分之六十以上。这样，系统 26 能解决现有配电系统的存货问题、改装性问题、设计滞后问题、安装滞后问题、以及成本问题。

应该认识到，系统 26 以上被描述成具有一个与模块 30 经由单个网络 32 通信的 CCPU28。然而，由本发明想到，系统 26 能具有在图 1 中用虚线表明的冗余 CCPU26 和网络 32。例如，在图 2 中表明的模块 30 具有两个网络接口 46。每个接口 46 被配置成可操作地将模块

30 通过分立的数据网络 32 连接到一个分立的 CCPU28 上。以这种方式，系统 26 即使在冗余系统之一故障的情况下也保持可操作。

模块 30 能进一步包括一个或多个独立于 CCPU28 的、用来控制断路器 14 的备用系统。例如，系统 26 在第一电源 52 中电力中断的情况下、在 CCPU28 的初始启动期间、在网络 32 故障的情况下、及由于其它原因可能不能保护电路 16。在这些故障的条件下，每个模块 30 包括一个或多个备用系统，以保证至少某种保护被提供给断路器 14。备用系统能包括由第二电源 54 驱动的模拟电路、由第二电源 54 驱动的分立微处理器、及其它的一个或多个。

现在参照图 3，用于系统 26 的响应时间 95 的示范实施例表明具有系统操作稳定性（例如，在启动模式下不起作用）。响应时间 95 表示为在 T0 处开始而在 T1 处结束。响应时间 95 是取样时间 96、接收/生效时间 97、过程时间 98、传输时间 99、及译码/执行时间 100 之和。

在这个例子中，系统 26 包括每个都连接到一个不同断路器 14 上的二十四个模块 30。每个模块 30 由锁相环算法和同步指令 70 计划，以便以每个周期 128 个样本的规定速率下取样其第一信号 36。取样时间 96 包括每个约 0.13 毫秒(ms)的四个取样时段 101。这样，取样时间 96 是约 0.52 ms，用于数据取样和包入第一消息 76。

接收/生效时间 97 在接收到同步指令 70 时开始。在一个示范实施例中，接收/生效时间 97 是一个固定时间，例如，由数据网络 32 的延迟时间所确定的接收所有第一消息 76 需要的时间。例如，接收/生效时间 97 能是约 0.25 ms，其中每个第一消息 76 具有约 1000 位的大小，系统 26 包括二十四个模块 30（即，24,000 位），并且网络 32 在约 100 Mbps 下工作。因而，CCPU28 在接收/生效时间 97 期间管理第一消息 76 到该 CCPU 的通信和移动。

保护过程（即，过程时间 98）在固定的接收/生效时间 97 结束时开始，而与第一消息的接收无关。如果任何模块 30 不是正在发送第一消息 76，则 CCPU28 标记这种错误，并且完成具有有效数据的所

有功能。由于系统 26 负责多个模块 30 的保护和控制，所以 CCPU28 被配置成不会由于来自单个模块 30 的数据（即，第一消息 76）损失而停止整个系统。在一个示范实施例中，过程时间 98 是约 0.27 ms。

CCPU28 在过程时间 98 期间产生第二消息 78。第二消息 78 可能是二十四条第二消息（即，每个模块 30 一条），每条具有每模块约 64 位的大小。可选择地，由本发明想到，第二消息 78 是单播、群播或广播消息。在这个实施例中，第二消息 78 包括用于每个模块 30 的指令，并且具有约 1600 位的大小。

传输时间 99 是跨过网络 32 传输第二消息 78 必需的时间。在其中网络 32 正在以 100 Mbps 操作并且第二消息 78 是约 1600 位例子中，传输时间 99 是约 0.016 ms。

也可想到，第二消息 78 包括同步指令 70 的一部分。例如，CCPU28 能被配置成，在从时钟 72 接收到下个同步指令 70 时发送第二消息 78。在这个例子中，在连续第二消息 76 之间的间隔能由模块 30 测量，并且在第二消息中的同步信息，如果有的话，能由驻留在微处理器 42 上的同步算法使用。

一旦模块 30 接收到第二消息 78，每个模块就在译码/执行时间 100 内译码该消息，并且执行其指令（即，发送第三信号 40），如果有的话。例如，译码/执行时间 100 能是约 0.05 ms。

在这个例子中，响应时间 95 是约 1.11 ms。当然，应该认识到，系统响应时间 95 能根据系统 26 的需要加速或减速。例如，系统响应时间 95 能通过改变取样时段、每次传输的样本数量、模块 30 的数量、消息大小、消息频率、消息内容、及/或网络速度的一个多个而被调整。

由本发明可想到，系统 26 具有高达约 3 毫秒的响应时间 95。这样，系统 26 被配置成，在从传感器 34 检测到设置参数外的条件时起在约 3 毫秒内能断开其断路器的任意一个。

因而，系统 26 由 CCPU28 集中控制，以在对负载（即，电路 16）的配电期间保护配电系统 10。除这种负载管理能力之外，系统 26

也能如图 4 中所示向配电系统 110 提供集成的馈电管理能力，其中完成类似和/或相似功能的元件部分以一百的倍数标识。

配电系统 110 具有一根第一馈电线 102 和一根第二馈电线 104。电力从电源（未表示），如由原动机本地驱动的发电机、或电气设施的电力网，供给到第一和第二馈电线 102 和 104。原动机可以从例如但不限于汽轮机或内燃机获取动力。在一个示范实施例中，电力从在电网上的第一点供给到第一馈电线 102，同时电力从在电网上的第二点供给到第二馈电线 104。

来自第一馈电线 102 的电力通过一个第一主断路器 114 可连接到一根第一母线 112 上。第一母线 112 由子断路器 14 分到多个电路 116 中。这样，电路 116 能通过闭合在第一母线 112 上的第一主断路器 114 和子断路器 14 供有来自第一馈电线 102 的电力。

类似地，来自第二馈电线 104 的电力通过一个第二主断路器 214 可连接到一根第二母线 212 上。第二母线 212 由子断路器 14 分到多个电路 216 中。这样，电路 216 能通过闭合在第二母线 212 上的第二主断路器 214 和子断路器 14 供有来自第二馈电线 104 的电力。第一和第二母线 112、212 也可由一个联络断路器 314 彼此连接。

配电系统 110 装有系统 26。明确地说，在配电系统 110 中的每个断路器 14、114、214、及 314 包括通过网络 32 与 CCPU28 通信的模块 30。有利地是，系统 26 使用与对于负载管理所使用的相同数据组来管理来自馈电线 102、104 的电力的分配。而且，系统 26 与负载管理控制决定同步地管理来自馈电线 102、104 的电力的分配。以这种方式，系统 26 能将负载管理决定与馈电管理决定集成，并因而能比以前更可能提供配电系统 110 的更精确控制。

在第一或第二馈电线 102、104 中有电力损失的情况下，第一和第二母线 112、212 能通过联络断路器 314 的闭合由其它母线供电。例如，如果从第一馈电线 102 得不到电力，则 CCPU28 可以断开第一主断路器 114 并且闭合联络断路器 314，以把电力从第二母线 212 提供到第一母线 112（例如，切换）。而且，一旦电力变得可从第一

馈电线 102 得到，CCPU28 就可以闭合第一主断路器 114 并且断开联络断路器 314，以把电力从第一电源提供到第一母线 112（例如，切换回）。

相反，如果从第二馈电线 104 得不到电力，则 CCPU28 可以断开第二主断路器 214 并且闭合联络断路器 314，以把电力从第一母线 112 提供到第二母线 212。同样，一旦电力变得可从第二馈电线 104 得到，CCPU28 就可以闭合第二主断路器 114 并且断开联络断路器 314，以把电力从第二电源提供到第二母线 212。

因而，系统 26 也在配电系统 110 中在馈电线 102、104 中的管理方面提供无缝集成（例如，切换和切换回）。有利的是，系统 26 能管理在馈电线 102、104 中的切换和/或切换回，而无需中断对电路 116 和 216 的电力。

例如，当来自第二馈电线 104 的电力正在馈给第二母线 212 和第一母线 112 时，第二主断路器 214 和联络断路器 314 都处于闭合状态，而第一主断路器 114 处于断开状态。一旦到主馈电线 102 的电力恢复，系统 26 就在 CCPU28 处通过来自在主断路器 114、214 处的模块 30 的数据保证电力馈电线 102、104 在幅值、频率、及相位方面分别等同。一旦系统 26 探测到电力馈电线 102、104 相同，CCPU28 就在断开联络断路器 314 之前或者基本上同时地闭合第一主断路器 114。由本发明想到，系统 26 能在闭合第一主断路器 114 时的 100 毫秒内断开联络断路器 314。

在这种配置中，系统 26 能在任何断路器 14 处提供过流保护，即使在该断路器处的传感器 34 有故障的情况下也是如此。把其中来自第一馈电线 102 的电力仅供给到第一母线 112（即，联络断路器 314 是断开的）的情况作为例子。在这种情形下，即使在第一主断路器处的该传感器 34 有故障的情况下，系统 26 也能向第一主断路器 114 提供过流保护。这里，第一主断路器 114 的过流功能指向具有在第一母线 112 上的所有断路器 14 的电流信号之和的功能。

系统 26 也允许第一主断路器 114 被配置成处理第一母线 112 可

能携带的最大电流。另外，第一主断路器 114 能包括与在第一母线 112 上的断路器 14 的每一个的电流设置等同的电流设置、和允许第一主断路器向在这种断路器设置下向每单个断路器提供备用保护的时间特性。在这个例子中，CCPU28 同时监视在第一母线 112 和支路 116 的每一个处的电流，对于在任何点处的不希望电流起作用。这样，系统 26 能为每个支路 116 提供二次备用保护，这种二次备用保护优化地设置成补充初次保护，而没有实现选择性或允许母线电流无阻碍流动所需要的牺牲。

因而，系统 26 将支路的负载管理相互集成。而且，系统 26 将在支路上的负载管理与向支路馈电的电力馈电线的管理集成。更进一步，系统 26 在单个中央处理器中提供这种集成的功能性。这允许系统 26 根据由第一和第二信号 38、40 取样的该断路器的状态、以及根据在系统中任何和/或所有其它断路器的状态，调整在系统中每个断路器 14、114、214、314 的保护功能。

也应该注意，术语“第一”、“第二”、“第三”、“上部”、“下部”等可以在这里用来修饰各种元件。这些修饰语并不意味着对于所修饰的元件的空间、时序、或层级顺序，除非专门指出。

尽管参照一个或多个示范实施例已经描述了本发明，但本领域的技术人员要理解，可以进行各种变更并且等同部分可以代替本发明的元件，而不脱离本发明的范围。另外，对于本发明的教导可以进行多种修改，以适应具体情形或材料而不脱离本发明的范围。因此，本发明不限于作为实施本发明的最佳方式的具体实施例，而是本发明将包括落在所附权利要求书的范围内的所有实施例。

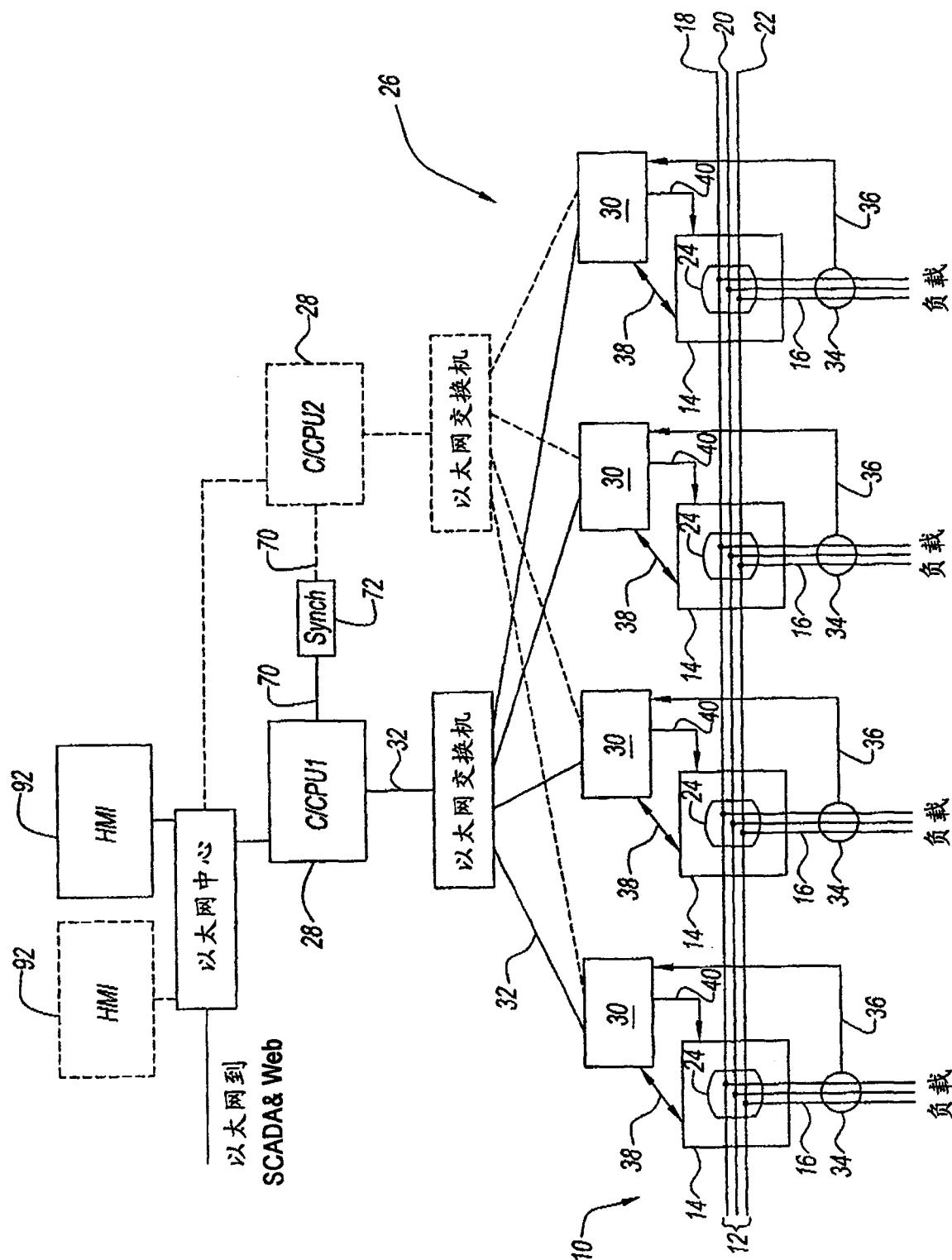


图 1

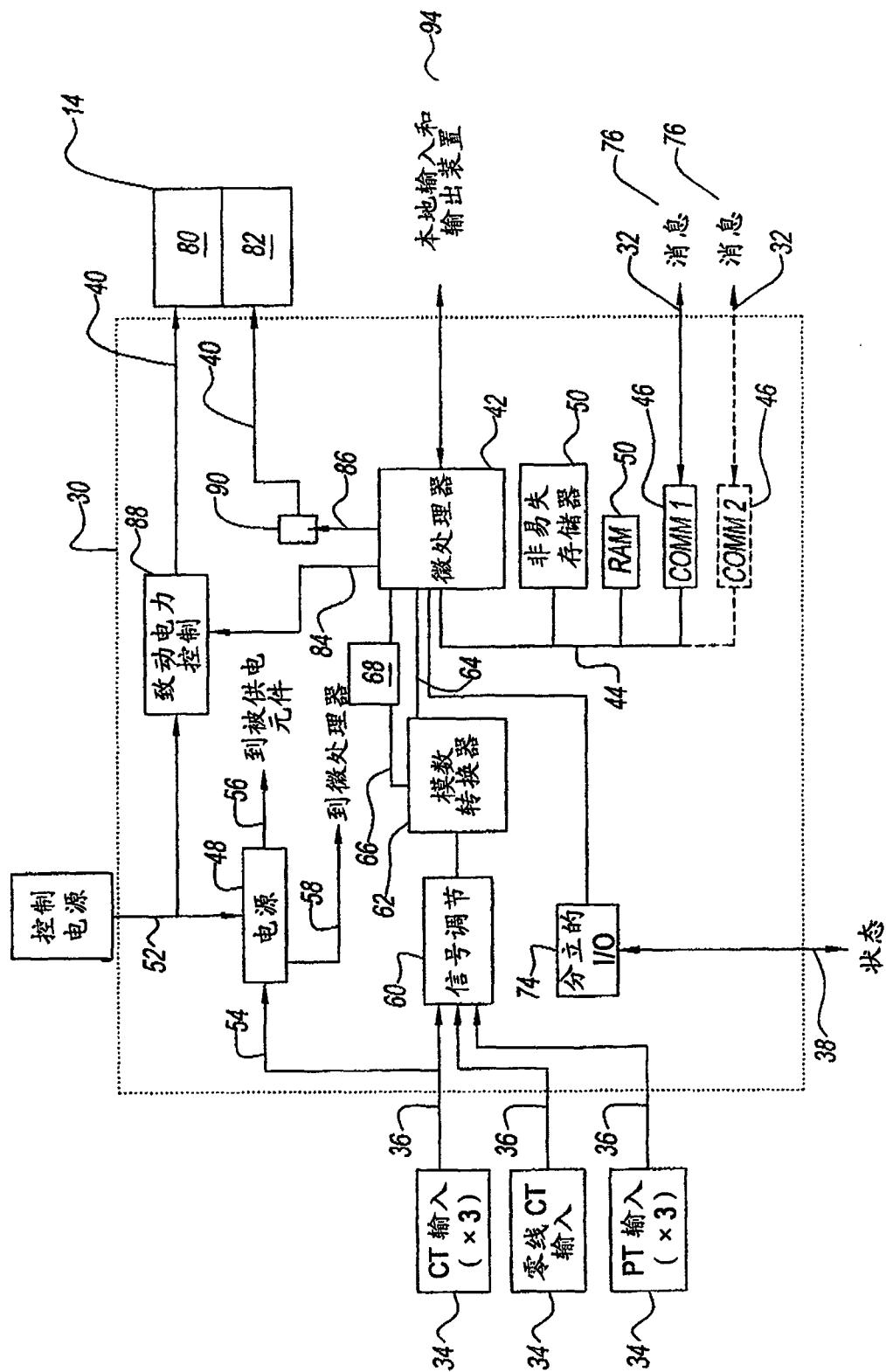


图 2

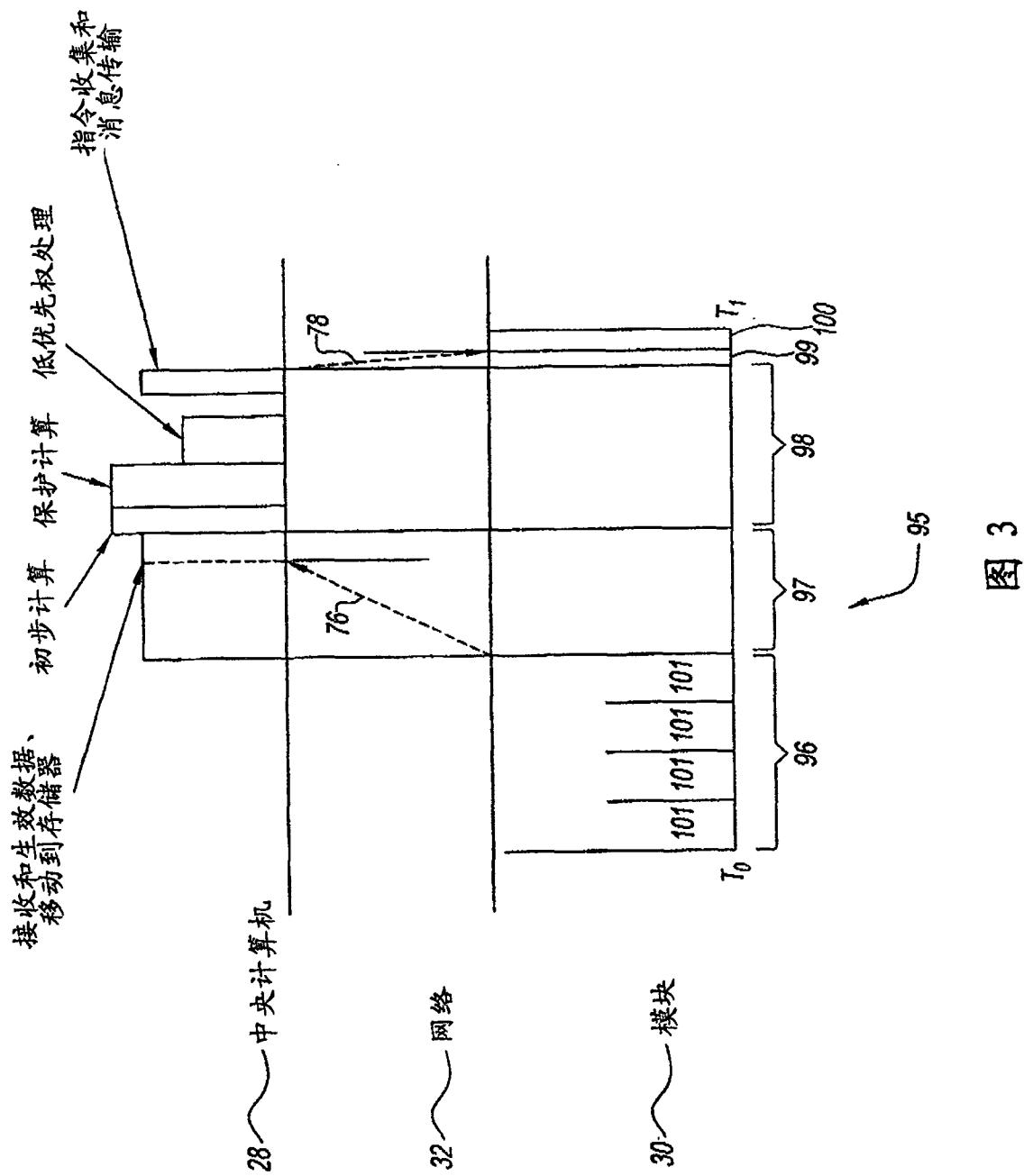


图 3

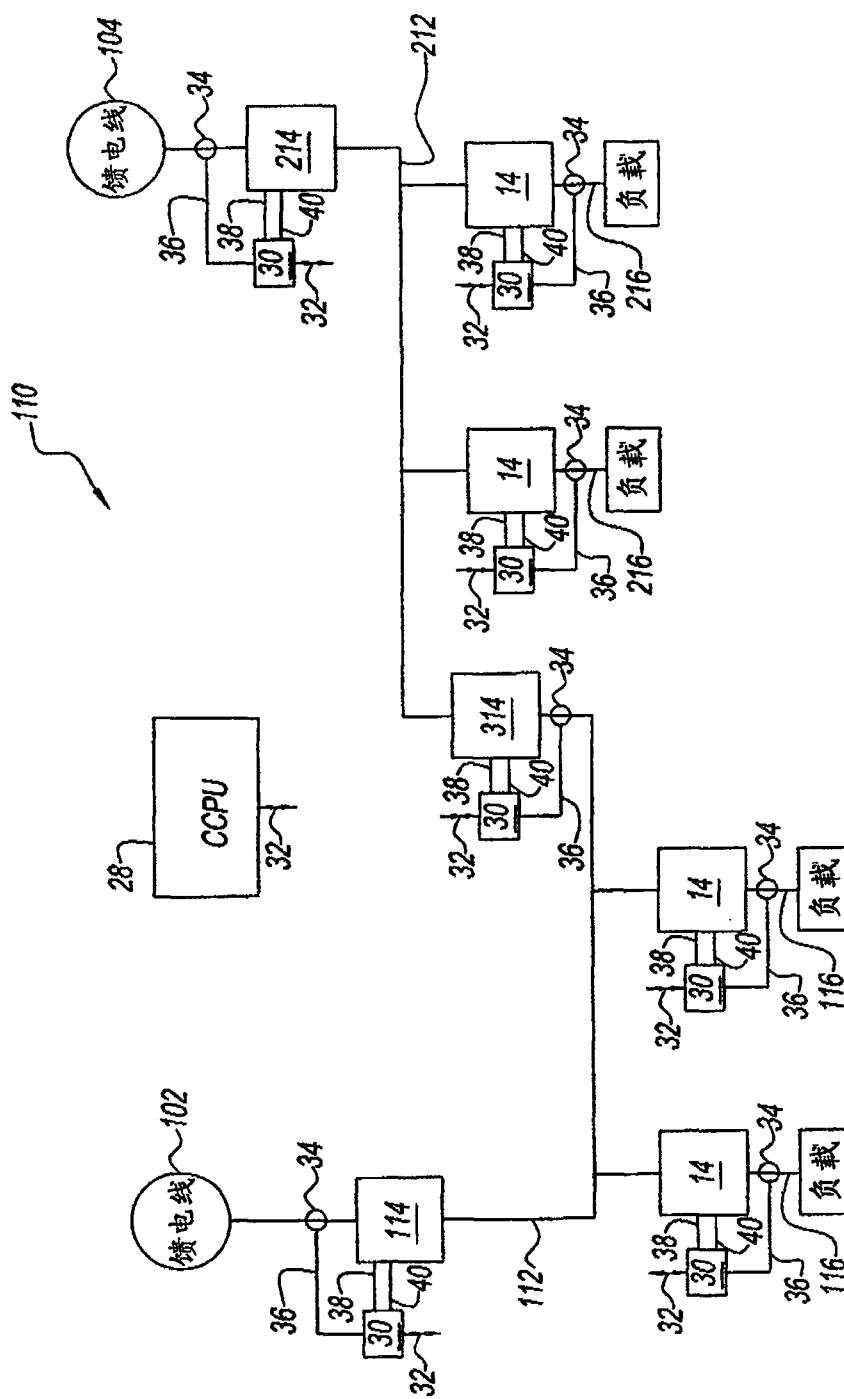


图 4