



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102760504 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201210256882. 9

(22) 申请日 2012. 07. 24

(73) 专利权人 中广核工程有限公司

地址 518023 广东省深圳市福田区深南中路 69 号

专利权人 中国广东核电集团有限公司

(72) 发明人 汪富强 夏丰元

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 易钊

(51) Int. Cl.

G21D 3/00(2006. 01)

G05B 19/418(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102123110 A , 2011. 07. 13,

CN 1852209 A , 2006. 10. 25,

CN 201302670 Y , 2009. 09. 02,

CN 202159262 U , 2012. 03. 07,

刘超. 以太网在同力电厂分散控制系统中的

应用. 《自动化博览》. 2006,

刘继春, 王晔, 汪富强. 集散控制系统在岭澳核电站中应用. 《电力自动化设备》. 2010, 第 30 卷 (第 6 期),

罗颖坚. 西门子 TELEPERMXP 分散控制系统在台山电厂的设计应用. 《广东电力》. 2006, 第 19 卷 (第 4 期),

马江伟, 李银华, 刘金桂. 基于 Mesh 网络的 DCS 控制系统在核电站中的应用. 《数字技术与应用》. 2012, (第 3 期),

徐伟. 方家山核电站数字化仪控系统浅析. 《企业技术开发》. 2011, 第 30 卷 (第 14 期),

张凡, 李静伟. EDPF_NT 系统在 600MW 机组的应用. 《河北电力技术》. 2010, 第 29 卷 (第 1 期),

朱能飞. 新一代仪电一体化分散控制系统的应用. 《华电技术》. 2008, 第 30 卷 (第 10 期),

审查员 李乐

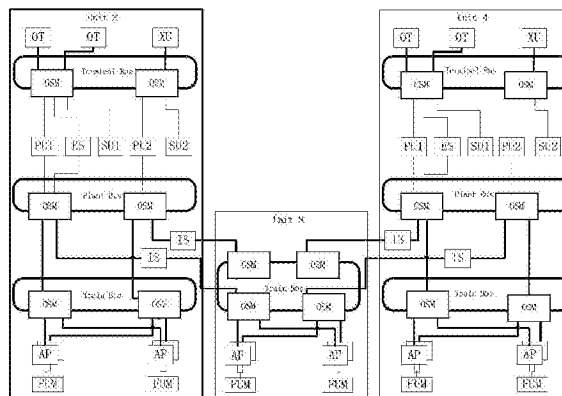
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

核电站全厂机组的数字控制系统及非核级控制系统、方法

(57) 摘要

本发明公开了一种核电站全厂机组的数字控制系统及非核级数字控制系统、方法, 在非核级数字控制系统中, 每个机组的非核级数字控制系统包括通讯连接的第一自动控制子系统和第一操作监视子系统, 公共供给部分的非核级数字控制系统包括第二自动控制子系统, 第一自动控制子系统包括工厂总线, 且第二自动控制子系统通过工厂总线与第一自动控制子系统和第一操作监视子系统进行信息交换, 第一自动控制子系统还包括网络隔离过滤器模块, 且用于根据网络报文中的物理地址, 转发该网络报文到与物理地址相关的站点, 且阻止该网络报文被广播到与物理地址无关的机组网络中。实施本发明的技术方案, 保证了网络交换的高效性及稳定性。



CN 102760504 B

1. 一种核电站全厂机组的非核级数字控制系统,其特征在于,所述核电站全厂机组包括至少一个机组和一个公共供给部分,且每个机组的非核级数字控制系统包括通讯连接的第一自动控制子系统和第一操作监视子系统,公共供给部分的非核级数字控制系统包括第二自动控制子系统,所述第一自动控制子系统包括用于实现信息采集和分配的工厂总线,且所述第二自动控制子系统通过所述工厂总线与所述第一自动控制子系统和所述第一操作监视子系统进行信息交换,所述第一自动控制子系统还包括网络隔离过滤器模块,且所述网络隔离过滤器模块设置在第二自动控制子系统与所述工厂总线之间,所述网络隔离过滤器模块用于根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中;

所述第二自动控制子系统包括多个自动处理器,所述第一操作监视子系统包括多个过程单元,所述自动处理器和所述过程单元均冗余设置,且所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,在所述第二自动控制子系统的多个自动处理器和所述第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文;

所述第一自动控制系统包括用于同步系统时钟的时钟服务器,且在所述机组的数量为两个时,所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统;

所述第一自动控制子系统包括多个自动处理器,在所述机组的数量为两个时,所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,实现所述第一自动控制子系统间的自动处理器的并行通讯,而阻止所述第一自动控制子系统间的自动处理器的交叉通讯。

2. 根据权利要求 1 所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统,其特征在于,所述网络隔离过滤器模块还用于根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。

3. 一种核电站全厂机组的数字控制系统,其特征在于,所述核电站全厂机组的数字控制系统包括权利要求 1-2 所述的非核级数字控制系统。

4. 一种使用权利要求 1 所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统进行非核级数字控制的方法,其特征在于,包括:

A. 网络隔离过滤器模块接收网络报文;

B. 网络隔离过滤器模块提取网络报文中的物理地址;

C. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中;

所述步骤 C 包括:

C1. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,在第二自动控制子系统的多个自动处理器和第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文;

C2. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统;

所述步骤 C 还包括:

网络隔离过滤器模块根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。

核电站全厂机组的数字控制系统及非核级控制系统、方法

技术领域

[0001] 本发明涉及核电领域,尤其是涉及一种核电站全厂机组的数字控制系统及非核级控制系统、方法。

背景技术

[0002] 由于核电对安全的特殊性,特别是在上世纪 70、80 年代的发生三里岛和切尔诺贝利核事故后,新技术在核电的应用一直比较保守,导致基于计算机技术、通讯技术和现代控制理论的 DCS (Digital Control System, 数字控制系统)真正被完全应用于核电机组控制比较晚。在此之前,绝大多数核电站采用组合式仪表。只有少数核电站采用组合式仪表与小型 DCS 相结合的控制模式。

[0003] 在核电站的两个机组的非核级 DCS 中,采用了以 OSM(Optic Switch Module, 光交换模块)为主的工业交换网络。由于用于核电站系统、设备的控制要求高可靠性、可用率,因此,在该项目中非核级 DCS 的各级通讯都采用了由 OSM 组成的光纤环网,实现单故障容错要求。在冗余环网中,必须采取措施来避免网络冗余连接所引起的循环。针对实际可能的两种冗余连接方式,即同一个网段内的冗余环网和不同网段之间的冗余连接,避免循环的方案如下:

[0004] 针对同一个网段内的冗余环网,如图 1 所示,由 4 个 OSM 构成一个冗余环形网络,具有单故障容错功能。根据具体使用的 OSM 型号,OSM 之间采用光缆或者工业双绞线进行连接。OSM 的 7、8 端口用于环形网络,而 1 到 6 端口用于挂接非核级 DCS 的各种站点,比如 AP (Automation Processor, 自动处理器)、CM (Communication Module, 通讯模块)、PU (Processing Unit, 过程单元)、SU (Server Unit, 服务器单元)、XU (eXchange Unit, 信息交换单元)、OT (Operation Terminal, 操作终端)等,当然也可以用于和其他网段的连接,比如 Plant Bus (工厂总线)与 Train Bus (岛总线)的连接。因为这个环形网络具有双向传输功能,如果不采取冗余管理机制来对双向传输进行限制,那么通过 OSM 的 7、8 端口所传输的报文就会在环中无限制循环下去,耗尽环的所有带宽,导致正常的的数据通讯无法进行。相比 IEEE802.1d 中非固定的冗余管理模式,常采用固定的 RM (Ring Management, 环网络管理)模式,如图 2 所示。在构建一个环形网络时,必须指定一个并且只能有一个 OSM 负责该环形网络的冗余管理。该例子中,OSM1 被设置为 RM 模式,OSM1 将周期地从 7 端口发出测试报文 (Test package),依次经过 OSM3 的 8、7 端口,OSM4 的 8、7 端口,OSM2 的 8、7 端口,最后通过 OSM1 的 8 端口返回 OSM1。这种测试是双向的,即 OSM1 也同时通过 8 端口发出测试报文,依次经过 OSM2 的 7、8 端口,OSM4 的 7、8 端口,OSM3 的 7、8 端口,最后通过 OSM1 的 7 端口返回 OSM1。如果环形网络没有故障,那么这个测试报文经过一定的延时后就会成功返回 OSM1,这个延时是可以设定的,但不能超过 50 毫秒。在这种情况下,OSM1 的 8 端口不会转发普通的数据报文,但会转发测试报文。这样,一方面避免了环形网络的产生,另一方面实现了对环网的监视。如果环形网络发生了故障,比如其他某个 OSM 故障,或者 OSM 间的某处连接故障。那么,这个测试报文在指定的延期内将不会成功返回 OSM1。在这种情况下,

OSM1 意识到环形网络发生故障,立即允 8 端口转发普通的数据报文,这就保证了,当环形网络中发生单一故障时,普通数据通讯的正常工作。

[0005] 针对不同网段之间的冗余连接,如图 3 所示,根据实际使用的 OSM 型号,通过两条光缆或者双绞线将两个具有自治功能的网段进行了连接,以实现两个网段之间的冗余数据交换。在这个例子中,网段 1 作为中心网络,其 OSM1 和 OSM2 的 1 端口分别连接到网段 2 中的 OSM1 和 OSM2。在网段 1 的 OSM1 与 OSM2 之间,专门配置了用于负责网段间冗余连接的管理链路,如图中的 L1。为了实现这个功能,网段 1 中 OSM1 和 OSM2 需要通过 DIP 模式开关,分别设置为主(Master)和备用(Standby)。这样设置后,当这两个网段间的两条冗余连接都正常时,网段 1 与网段 2 之间的通讯通过网段 1 的 OSM1 的 1 端口与网段 2 的 OSM1 的 1 端口之间的连接(即,Master 连接)进行。如果 Standby 连接发生故障,也是如此。当 Master 连接发生故障,通过冗余管理链路,网段 1 的 OSM2 就会得知,从而将网段间通讯切换到 Standby 连接进行。如果故障恢复,则又会将网段间通讯切换到默认的 Master 连接进行。任何时候,只有一侧的通讯连接起作用,避免了产生循环而耗尽有限的网络带宽。

[0006] 然而,在 4 号机组进入现场调试阶段后,即 3、4 和 8 号机组的所有非核级 DCS 设备都投入运行后,3、4 和 8 号机组的非核级 DCS 多次发生严重的系统网络通讯异常现象。导致在机组内 AP 之间的实时数据交换,以及操作监视子系统与自动控制子系统之间的数据交换都无法正常进行。并且也导致在机组之间,实时信息交换不能正常进行。严重影响了核电厂的安全可靠运行。通过大量的诊断和分析发现,导致前述缺陷的原因为:在进行某些特定的系统组态修改工作而关闭 DCS 的某些网络节点,由于大部分网络节点之间是存在信息交换的。因此,当这些网络节点关闭后,会导致其他与这些网络节点存在数据交换的网络节点,其发往这些已经关闭节点的网络报文不能到达目的节点。基于交换机的网络特性,这些报文将在相关网络交换机泛洪,当泛洪持续时间较长,且泛洪的报文数量非常多时,将严重耗尽有限的网络带宽,进而导致机组内及机组间正常数据交换无法进行,降低了网络交换的效率。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述网络交换的效率低的缺陷,提供一种核电站全厂机组的非核级数字控制系统,保证了网络交换的高效性及稳定性。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种核电站全厂机组的非核级数字控制系统,所述核电站全厂机组包括至少一个机组和一个公共供给部分,且每个机组的非核级数字控制系统包括通讯连接的第一自动控制子系统和第一操作监视子系统,公共供给部分的非核级数字控制系统包括第二自动控制子系统,所述第一自动控制子系统包括用于实现信息采集和分配的工厂总线,且所述第二自动控制子系统通过所述工厂总线与所述第一自动控制子系统和所述第一操作监视子系统进行信息交换,所述第一自动控制子系统还包括网络隔离过滤器模块,且所述网络隔离过滤器模块设置在第二自动控制子系统与所述工厂总线之间,所述网络隔离过滤器模块用于根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中。

[0009] 在本发明所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统中,所述第二自动控制子

系统包括多个自动处理器,所述第一操作监视子系统包括多个过程单元,所述自动处理器和所述过程单元均冗余设置,且所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,在所述第二自动控制子系统的多个自动处理器和所述第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文。

[0010] 在本发明所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统中,所述第一自动控制系统包括用于同步系统时钟的时钟服务器,且在所述机组的数量为两个时,所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统。

[0011] 在本发明所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统中,所述第一自动控制子系统包括多个自动处理器,在所述机组的数量为两个时,所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,实现所述第一自动控制子系统间的自动处理器的并行通讯,而阻止所述第一自动控制子系统间的自动处理器的交叉通讯。

[0012] 在本发明所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统中,所述网络隔离过滤器模块还用于根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。

[0013] 本发明还构造一种核电站全厂机组的数字控制系统,所述核电站全厂机组的数字控制系统包括以上所述的非核级数字控制系统。

[0014] 本发明还构造一种使用以上所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统进行非核级数字控制的方法,包括:

[0015] A. 网络隔离过滤器模块接收网络报文;

[0016] B. 网络隔离过滤器模块提取网络报文中的物理地址;

[0017] C. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中。

[0018] 在本发明所述的非核级数字控制的方法中,所述步骤 C 包括:

[0019] C1. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,在第二自动控制子系统的多个自动处理器和第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文。

[0020] 在本发明所述的非核级数字控制的方法中,所述步骤 C 包括:

[0021] C2. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统。与进行信息交换。

[0022] 在本发明所述的非核级数字控制的方法中,所述步骤 C 还包括:

[0023] 网络隔离过滤器模块根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。实施本发明的技术方案,由于所增加的网络隔离过滤器模块能够根据网络报文中的物理地址,将该网络报文被转发到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中,因此,即使在某个网络节点被关闭后,也不会出现网络报文在相关网络交换机泛洪,从而保证了网络交换的高效性及稳定性。

附图说明

- [0024] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:
- [0025] 图 1 是同一个网段内的冗余环网的逻辑图;
- [0026] 图 2 是图 1 中 OSM1 的端口 7、8 连接关系的电路图;
- [0027] 图 3 是不同网段的冗余环网的逻辑图;
- [0028] 图 4 是现有的机组的非核级数字控制系统的逻辑图;
- [0029] 图 5 是现有的核电站全厂机组的非核级数字控制系统的逻辑图;
- [0030] 图 6 是本发明核电站全厂机组的非核级数字控制系统实施例一的逻辑图;
- [0031] 图 7 是本发明核电站全厂机组的非核级数字控制方法实施例一的流程图。

具体实施方式

[0032] 在说明本发明核电站全厂机组的非核级数字控制系统前,先做如下介绍:一个核电站全厂机组通常包括两个机组和一个公共供给部分,其中,公共供给部分用于为机组提供公共的水、电、气,例如,在某核电站的一期全厂机组包括 1、2 号机组和 9 号机组(公共供给部分),某核电站的二期全厂机组包括 3、4 号机组和 8 号机组,某核电站的三期全厂机组包括 5、6 号机组和 7 号机组(公共供给部分)。另外,还需说明的是,在实际运行时,可根据外部电网负荷需求的大小或机组维修情况仅运行一台机组或同时运行两台机组。

[0033] 核电站全厂机组 DCS 由 AREVA 的核级 TXS (AREVA 公司的专用数字控制系统)和西门子的非核级 TXP (西门子数字控制系统的自动系统)平台组成。每台机组分别配置一套功能相对完善而独立的 DCS。其中,核级 DCS 用于实现 RPS (Reaction Protection System, 反应堆保护系统)和 RGL (Reaction Power Control System, 反应堆功率控制系统),即 1E 级设备的控制和堆芯控制,而非核级 DCS,如图 4 所示,用于 SR(Safety Related, 安全相关)和 NC (Non-Classification, 未分级)设备的控制,非核级 DCS 也作为核级、非核级 DCS 控制的所有设备的正常操作监视平台。每套非核级 DCS 中又分为自动控制层 Level11(对应于 TXP 系统的 AS620 (自动控制)子系统)和操作监视层 Level12 (对应于 TXP 系统的 OM690 (操作监视)子系统)。按照 TXP 功能的划分,Level11 主要由 AS620 组成,因此,有时也将 Level11 叫做自动控制子系统。Level12 主要由 OM690 组成,因此,有时也将 Level12 叫做操作监视系统。

[0034] 如图 5 所示,以某核电站的二期全厂机组的非核级 DCS 中,在公共供给部分(8 号机组 Unit8)中,对于一些现场工艺系统,如三废处理系统(下文称为 KSN),其属于 3 号机组(Unit3)、4 号机组(Unit4)的共用部分,它们需要由 3、4 号机组共同完成操作和监视。8 号机组非核级 DCS 只配置了自动控制子系统,没有配置独立的操作监视子系统。8 号机组的非核级 DCS 实现 8 号机组现场工艺设备的自动控制,而对这些工艺设备的操作监视,则在 3、4 号机组的操作监视子系统中实现。另外,对于 3、4 机组中的极少数现场工艺设备,如 DVN (Nuclear Auxiliary Building Ventilation, 核辅助厂房通风系统)系统,虽然他们在自动控制子系统中是被 3、4 机组中的一台机组控制,但是在操作监视子系统,它们需要在两台机组间交叉监视。为实现上述的功能,3、4 和 8 号机组的非核级 DCS 之间建立了冗余的工业交换网络架构。其中,3、4 号机组的 Plant Bus 与 8 号机组唯一的自动控制子系统网络设计了冗余的交换链路,通过这些链路,实现了 3、4 和 8 号机组间信息的交换。

[0035] 在本发明的核电站全厂机组的非核级数字控制系统中,该全厂机组包括至少一个

机组和一个公共供给部分,且每个机组的非核级数字控制系统包括通讯连接的第一自动控制子系统和第一操作监视子系统,公共供给部分的非核级数字控制系统包括第二自动控制子系统,所述第一自动控制子系统包括用于实现信息采集和分配的工厂总线,且第二自动控制子系统通过所述工厂总线与第一自动控制子系统和第一操作监视子系统进行信息交换。尤其说明的是,第一自动控制子系统还包括网络隔离过滤器模块,例如,可选用西门子的 Scalance S602 网络隔离过滤器模块。而且,所述网络隔离过滤器模块设置在第二自动控制子系统与工厂总线之间,所述网络隔离过滤器模块用于根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中。另外说明的是,可根据负荷的大小选择运行一台机组或两台机组。

[0036] 下面以图 6 所述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统为例来详细说明,该核电站包括两个机组(即 3 号机组 Unit3、4 号机组 Unit4)和公共供给部分(即 8 号机组 Unit8)。且每个机组的非核级数字控制系统包括通讯连接的自动控制子系统和操作监视子系统,下面详细说明这两个子系统:

[0037] 自动控制子系统主要由 1 个具有单故障容错的冗余环型网络 Plant Bus (工厂总线),5 个具有单故障容错的冗余环型网络 Train Bus (岛总线),42 对冗余的 AP (Automation Processor,自动处理器),8 对用于非核级 DCS 与专用控制系统通讯的冗余 CM (Communication Module,通讯模块,图中未示出),1 个时钟服务器(图中未示出)。其中,Plant Bus、Train Bus 主要由西门子工业 OSM (Optic Switch Module,光交换模块) 组成。根据自动处理器、通讯模块所处理的控制任务的冗余分列和安全分级,即 A 列 SR、A 列 NC、B 列 SR、B 列 NC、A 列未分级 NC+(用于 CM),他们分别挂接到 5 个具有相应分级和分列的 Train Bus 上,这 5 个 Train Bus 再挂接到 Plant Bus 上。自动控制子系统的主要功能为:通过挂接到 AP 的各种采集 FUM (功能模块),将现场各种工艺系统设备的物理信号采集到 AP 中,AP 完成各种控制算法后,生成相应的自动控制指令,再通过各种输出 FUM (功能模块),将指令输出给现场执行机构,另外,这些被采集的信号以及指令,根据具体组态设置,也可能被传输给操作监视子系统的 PU (Processing Unit,过程单元) 进行性能计算,或者(通过 PU) 进一步传输给操作监视子系统的 OT (Operation Terminal,操作终端) 进行实时显示,或者传输给操作监视子系统的 SU (Server Unit,服务单元) 进行存档,以便事后进行分析,或者输出给 Level13 (场外信息系统) 等。

[0038] 对于一些设备,在某些控制模式下,操作员可以在操作监视子系统进行远程手动干预,操作员通过 OT 上对应的设备操作指示窗口输入手动命令,该手动命令依次通过操作监视子系统的网络、PU、Plant Bus、Train Bus、AP、输出 FUM,最终到达位于现场的执行机构或者其它专用控制系统。CM 也有类似的特点,区别在于 CM 不直接和现场工艺设备接口,而是与专用控制系统接口。比如,对于 DCS 与 TCS (Turbine generator Control and Protection System,汽轮机控制和保护系统) 的通讯中,T/G (Turbine and Generator,汽轮发电机) 的控制、保护、操作和监视由 TCS 实现,其是一个自治系统,可独立地实现 T/G 的自动控制、保护、操作和监视。但是,鉴于先进控制室设计理念,MCR (Main Control Room,主控室) 不再放置 TCS 的 OT,而只放置 DCS 的 OT,因此,在核电厂正常运行中,原本在 TCS 的 OT 中完成的操作和监视需要引入到非核级 DCS 的 OT 来完成。因此,3、4 号机非核级 DCS 分

别设计了一对 CM 用于与 TCS 的信息交换。

[0039] 操作监视子系统主要由 1 个具有单故障容错的冗余环型网络 Terminal Bus(终端总线)、一对冗余 PU、一对冗余 SU、3 个用于非核级 DCS 与 Level3 系统通讯的 XU (eXchange Unit, 信息交换单元)、15 个操作终端 OT、工程师站组成。操作监视子系统的主要功能为: PU 接收自动控制子系统生成的各种实时数据, 在 PU 中完成性能计算, 或者在 OT 上实时显示, 或者在 SU 中进行存档, 或者通过 XU 送给 Level3 系统。

[0040] 通过 OT 接收操作员的操作指令, 并将其发送给自动控制子系统。另外, BUP (Back-Up Panel, 后备操作盘), 作为操作监视子系统失效时的后备操作、监视系统, 和前面所描述的操作监视子系统有类似的功能, 在结构上和操作监视子系统是并行的, 他们都同时与自动控制子系统接口。

[0041] 在该实施例中, 公共供给部分的自动控制子系统通过每个机组的工厂总线与每个机组的非核级数字控制系统进行信息交换, 而且, 3 号、4 号机组的自动控制子系统均还包括网络隔离过滤器模块, 且所述网络隔离过滤器模块设置在公共供给部分的自动控制子系统与每个机组的工厂总线之间, 所述网络隔离过滤器模块用于根据网络报文中的物理地址, 转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点, 且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中。

[0042] 关于网络隔离过滤器模块, 在实际运行中, 需要根据实际的机组间站点信号的交换情况, 对隔离过滤策略进行设置。例如, 以下几种情况下才允许信号交换, 否则将被网络隔离过滤器模块闭锁。

[0043] 1) 第一种情况: 网络隔离过滤器模块在第二自动控制子系统的多个自动处理器和第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文。例如在图 6 所示的实施例中, 8 号机组中所有的 AP 需要与 3 号机、4 号机的冗余的 PU 进行通讯, 也实现 3 号机组、4 号机组的操作监视子系统对 8 号机设备的操作监视。由于冗余 PU 的 A、B 侧与冗余 AP 的 A、B 侧都可能存在通讯, 也即 PU1 与 AP-A、PU1 与 AP-B、PU2 与 AP-A、PU2 与 AP-B 之间是双向通讯的。因此, 在网络隔离过滤器模块中设置时, 这些链路必须不要被闭锁。

[0044] 2) 第二种情况: 在所述机组的数量为两个时, 所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址, 仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统。在此需说明的是, 在设计 DCS 时, 8 号机组非核级 DCS 没有配置单独的时间服务器, 其时间同步报文来自于 3 号机组。根据自动控制系统设计规范, 同一个网段中不能同时有两个或以上的的时间同步报文, 否则系统时间很可能会发生跳变, 导致操作监视子系统中显示数据的时间紊乱。因此, 在图 6 所示的实施例中, 对于 3、4 和 8 号机组中的时间同步报文的交换, 3 号机非核级 DCS 的时间服务器的周期性时间同步报文发送给 8 号机非核级 DCS, 而 8 号机非核级 DCS 的时间同步报文不允许返回 3 号机非核级 DCS, 4 号机非核级 DCS 的时间服务器的周期性时间同步报文不允许发送给 8 号机 DCS, 8 号机非核级 DCS 的时间报文也不允许传送给 4 号机非核级 DCS。

[0045] 3) 第三种情况: 在所述机组的数量为两个时, 所述网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址, 实现第一自动控制子系统间的自动处理器的并行通讯, 而阻止第一自动控制子系统间的自动处理器的交叉通讯。例如, 在图 6 所示的实施例中, 3、4、和 8 号机组间有信号交换的 AP, 其正常的通讯不应被限制, 由于自动控制子系统中冗余 AP 间的通讯只

可能存在并行,而不能存在交叉通讯,比如冗余 AP 甲与冗余 AP 乙之间存在信号交换,实际可能的通讯链路为 AP 甲的 A 侧与 AP 乙的 A 侧,AP 甲的 B 侧与 AP 乙的 B 侧进行双向通讯,而 AP 甲的 A 侧与 AP 乙的 B 侧,或者 AP 甲的 B 侧与 AP 乙的 A 侧之间不存在通讯。

[0046] 在实施加装网络隔离过滤器模块的措施时,综合上述三点,对每一个网络隔离过滤器模块进行了相应的设置。另外,优选地,其中在设置时还有一些细节的功能需要设置,比如每个允许的通讯链路所允许占用的网络带宽,这样,网络隔离过滤器模块还用于根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。因此,合理的设置可以使隔离效果更加明显,并且保证网络交换的高效性及稳定性。

[0047] 此外,替换或增加新一代 OSM,例如,在图 6 所示的实施例中,针对 3、4 号机,分别需要在现有网络基础上,更换和加入少量西门子新一代的交换机。在 Plant Bus 中,使用具有同样功能,但是算法更先进、更加强大的 Scalance X204-2 交换机替换现有的负责环形网络冗余管理的那个 OSM,在 5 个 Train Bus 中,需要分别增加一个 Scalance X204-2 交换机,并将由现有 OSM 负责的环形网络冗余管理功能转移到这个增加的交换机上。

[0048] 本发明还构造一种核电站全厂机组的数字控制系统,包括核级数字控制系统及上述所述的非核级数字控制系统。

[0049] 图 7 是本发明核电站全厂机组的非核级数字控制方法实施例一的流程图,基于上述的核电站全厂机组的非核级数字控制系统,该非核级数字控制方法包括:

[0050] S10. 网络隔离过滤器模块接收网络报文;

[0051] S20. 网络隔离过滤器模块提取网络报文中的物理地址;

[0052] S30. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,转发该网络报文到与所述物理地址相关的站点,且阻止该网络报文被广播到与所述物理地址无关的机组网络中,优选地,在该步骤中,网络隔离过滤器模块还根据允许转发的网络报文中的信号数量为该通讯服务的潜在链路分配相应的带宽。

[0053] 在非核级数字控制方法的一个优选实施例中,步骤 S30 包括:

[0054] S31. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,在第二自动控制子系统的多个自动处理器和第一操作监视子系统的多个过程单元之间转发该网络报文,其中,所述第二自动控制子系统包括多个自动处理器,所述第一操作监视子系统包括多个过程单元,自动处理器和过程单元均冗余设置。

[0055] 在非核级数字控制方法的另一个优选实施例中,步骤 S30 包括:

[0056] S32. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,仅将其中一个机组的第一自动控制系统中的时钟服务器所发送周期性的时间同步报文转发至第二自动控制子系统。

[0057] 在非核级数字控制方法的再一个优选实施例中,步骤 S30 包括:

[0058] S33. 网络隔离过滤器模块根据网络报文中的物理地址,实现第一自动控制子系统间的自动处理器的并行通讯,而阻止机组间的自动控制子系统的自动处理器的交叉通讯。

[0059] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改、组合和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的权利要求范围之内。

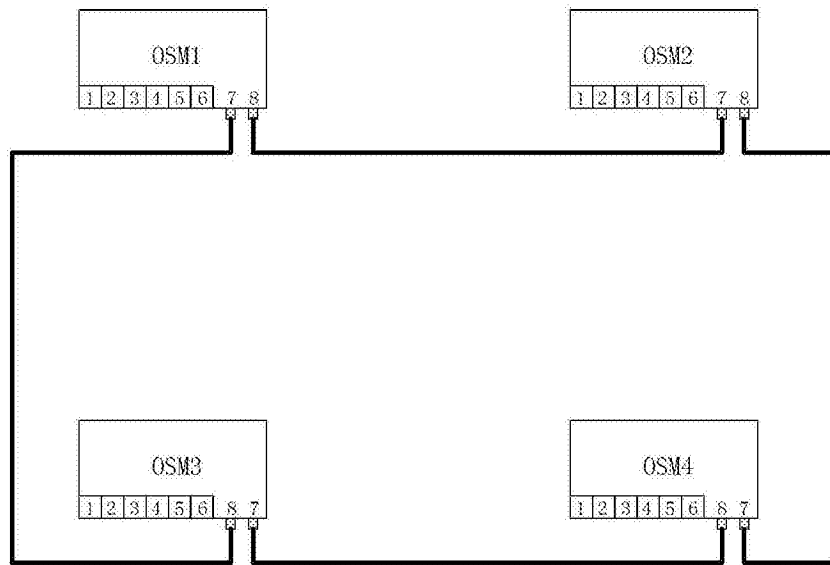


图 1

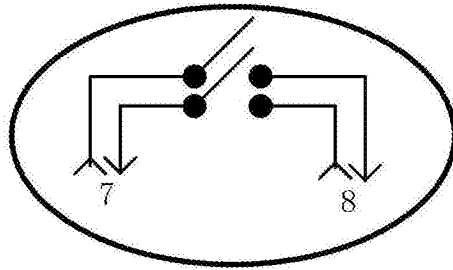


图 2

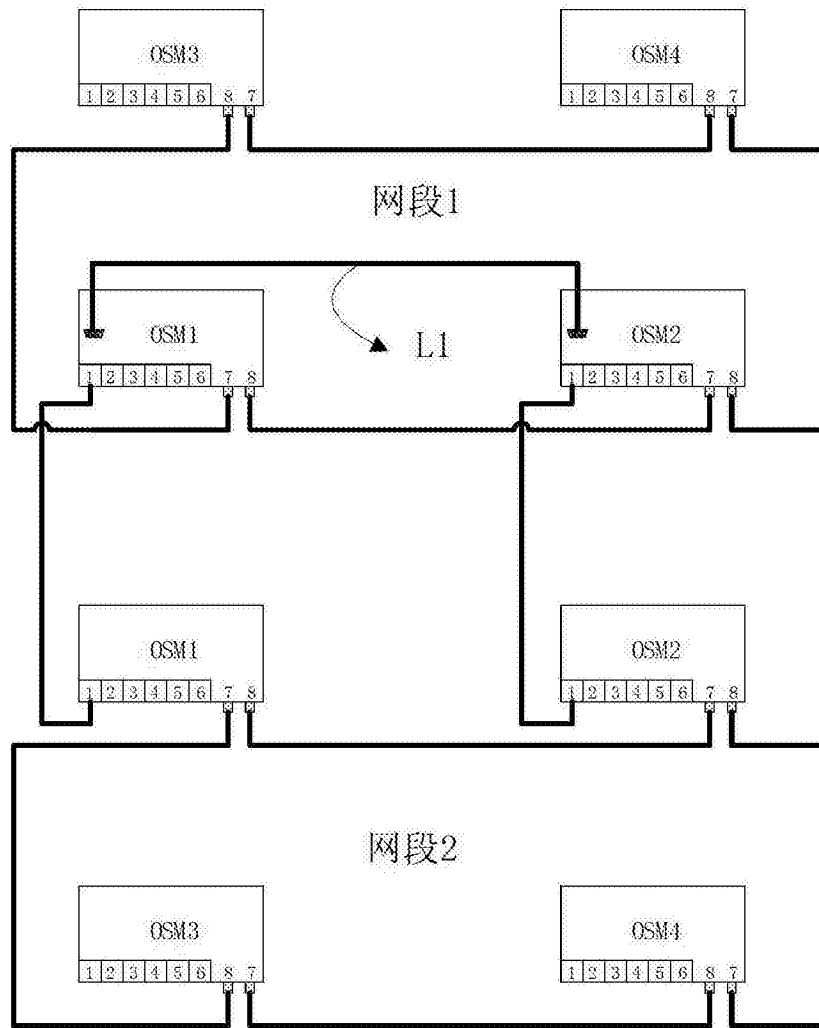


图 3

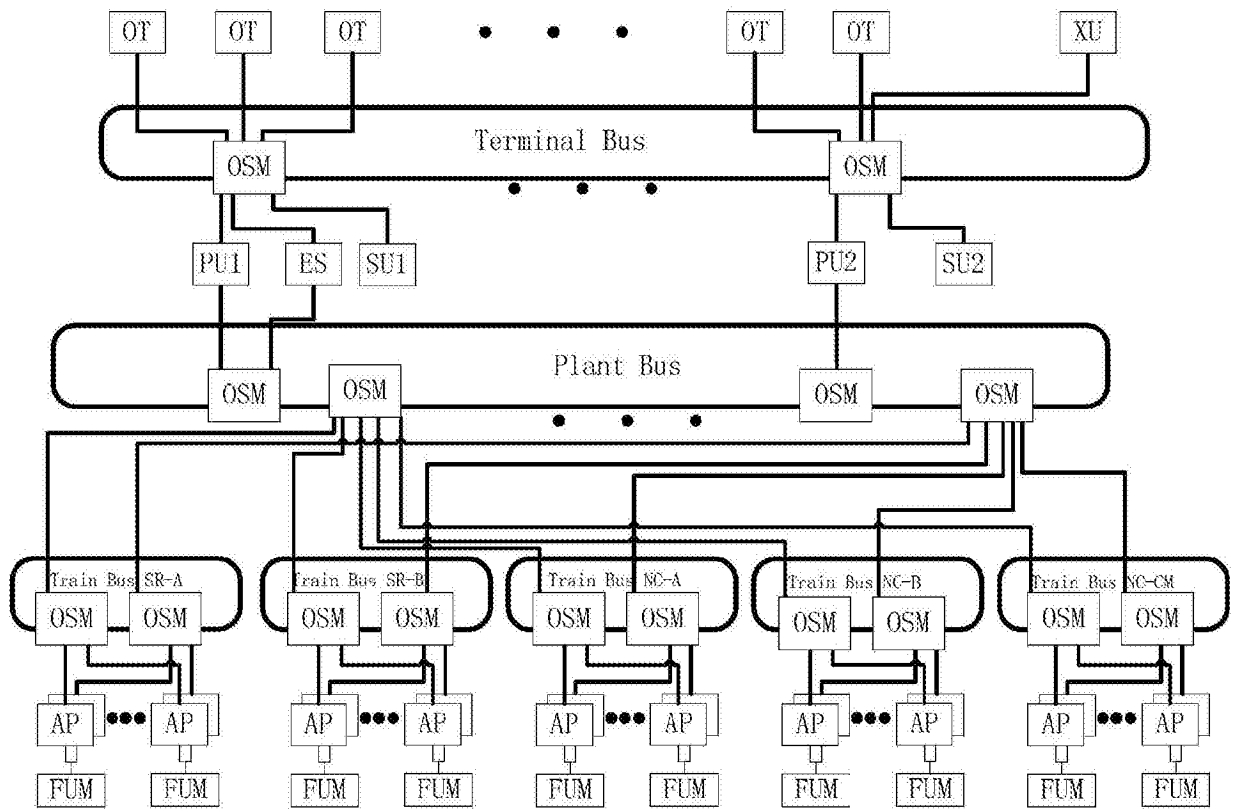


图 4

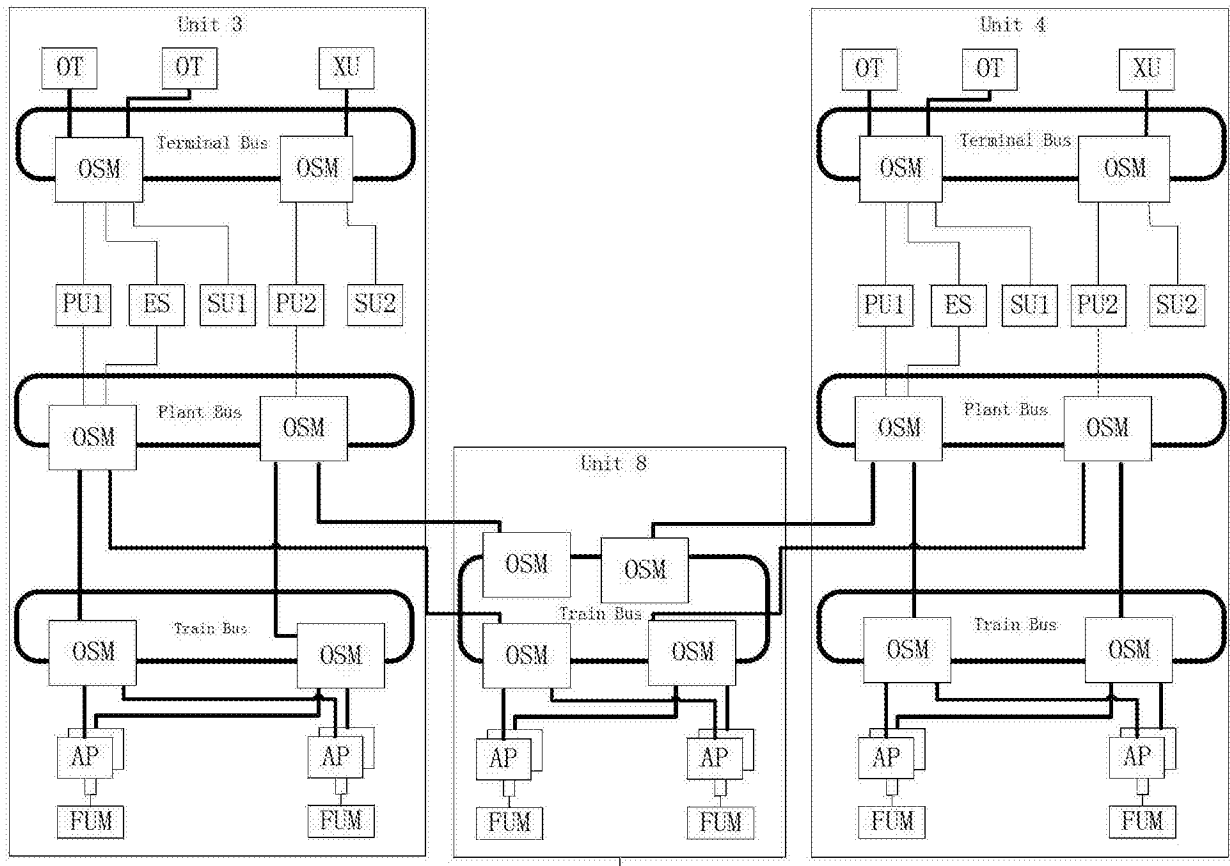


图 5

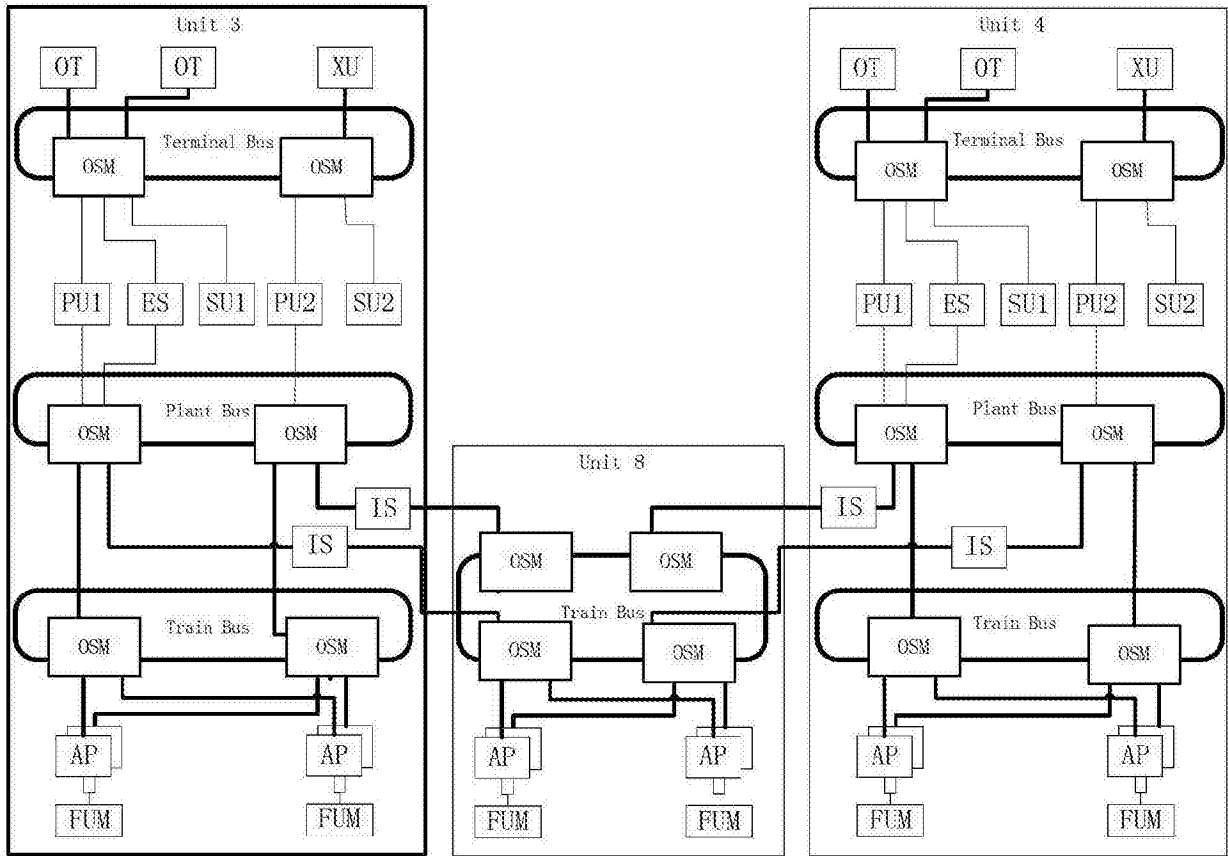


图 6

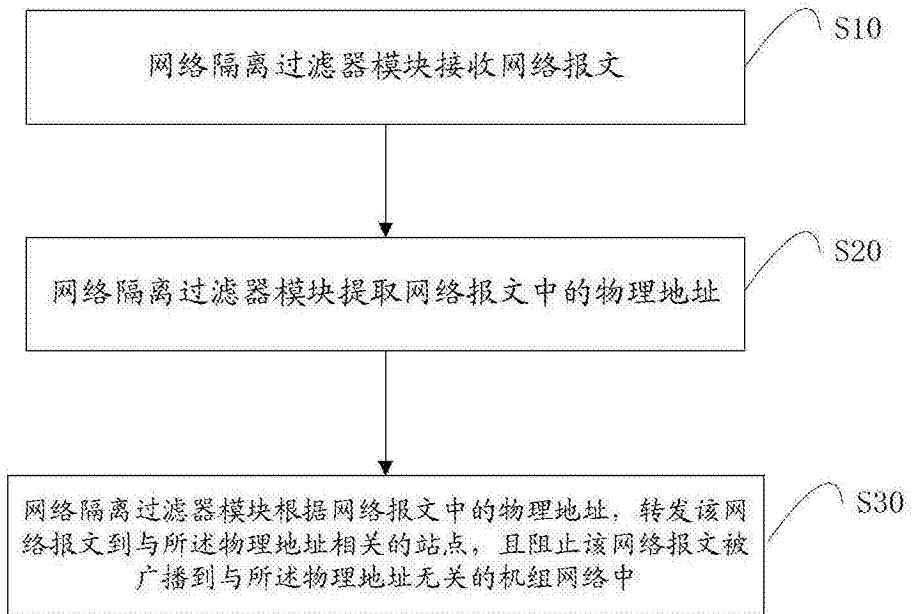


图 7