(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102495608 B
(45)授权公告日 2014.07.02

(21)申请号 201110431644.2
(22)申请日 2011.12.21
(73)专利权人 河北省电力勘测设计研究院
地址 050031 河北省石家庄市建华北大街 6 号
(72)发明人 李才永
(74)专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事务所(特殊普通合伙) 13123
代理人 张明月
(51)Int.Cl.
G05B 19/418(2006.01)
(56)对比文件
US 2011026659 A1,2011.02.03, 全文.
CN 202008599 U,2011.10.12, 全文.
WO 2010003724 A2,2010.01.14, 全文.
EP 1921527 A3,2010.04.28, 全文.
曾蓉等. 华能珞璜电厂二期 DCS 改造及系统优化. 《重庆电力高等专科学校学报》.2010, 第 15 卷(第 1 期), 第 4、5、9 页.
潘刚等. 大连庄河电厂 600MW 超临界机组一体化平台主辅控 DCS 系统. 《自动化博览》.2009,(第 1 期), 第 38-43 页.
审查员 谭潇

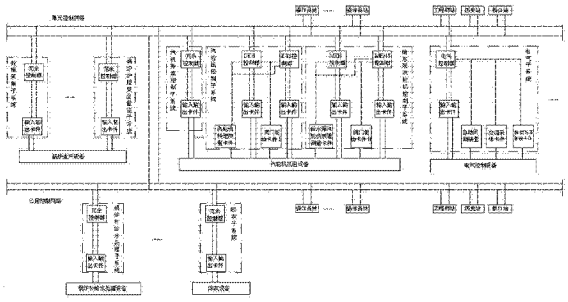
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统,本控制系统基于 DCS 分散控制原理包括控制系统和人机交互设备,控制系统包括单元控制网络和公用控制网络,控制系统通过人机交互设备与操作员进行信息互换。本发明采用 DCS 分散控制系统来实现全厂辅助车间和电气系统的远程控制操作,整个燃煤电厂的设备均采用统一的标准和规范设计、制造,全厂只需要准备一套备品备件,可以大大降低运行维护成本。



CN 102495608 B

1. 基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统，其特征在于：本一体化控制系统基于 DCS 分散控制原理由控制系统和人机交互设备构成，所述控制系统采用统一软件以及同一通讯协议，其中：控制系统包括若干个主厂房控制系统以及辅助车间控制系统，所述主厂房控制系统包括通过网络互相连接的公用控制系统和独立子系统；主厂房控制系统中的每个单元机组控制系统分别设置为一个单元控制网络，主厂房控制系统中的公用控制系统和辅助车间控制系统设置为公用控制网络，所述单元控制网络和公用控制网络之间通过数据交换机进行信息交换，所述独立子系统与单元控制网络之间通过控制器进行信息传输，独立子系统与相应设备间通过输入输出卡件连接；人机交互设备包括工程师站、历史站、接口站以及若干个操作员站，所述操作员站、工程师站、历史站以及接口站分别连接在单元控制网络和公用控制网络上；所述控制系统通过接口站连接电厂信息系统；

所述主厂房控制系统中的独立子系统包括电气控制子系统，所述电气控制子系统经电气控制器与单元控制网络连接；所述电气控制器经自动同期装置分别与主厂房内的发电机断路器、隔离开关和励磁调整装置连接；所述电气控制器的输入端通过交流采样卡件分别与主厂房内的电压互感器和电流互感器连接；电气控制器的输入端还通过快切与备自投卡件连接主厂房内的电动机控制中心（MCC）或动力中心（PC）的进线开关。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统，其特征在于：所述主厂房控制系统中汽轮机控制子系统经两路与单元控制网络连接，其中一路依次经输入输出卡件和汽轮机数字电液控制系统（DEH）控制器与单元控制网络连接，另一路依次经输入输出卡件和汽轮机危机跳闸系统（ETS）控制器与单元控制网络连接；所述汽轮机控制子系统中还设置有用于将汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为汽轮机转速信号的汽轮机转速测量卡件，汽轮机转速测量卡件的输入端连接汽轮机，输出端分别连接汽轮机数字电液控制系统控制器和汽轮机危机跳闸系统控制器；所述汽轮机控制子系统中还设置有用于控制汽轮机各进汽门的阀门驱动卡件 I，阀门驱动卡件 I 的输入端连接汽轮机各进汽门，输出端分别连接汽轮机数字电液控制系统控制器和汽轮机危机跳闸系统控制器。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统，其特征在于：所述主厂房控制系统中的给水泵汽轮机控制子系统经两路与单元控制网络连接，其中一路依次经输入输出卡件和给水泵汽轮机数字电液控制系统（MEH）控制器与单元控制网络连接，另一路依次经输入输出卡件和给水泵汽轮机危机跳闸系统（METS）控制器与单元控制网络连接；所述给水泵汽轮机控制子系统中还设置有将给水泵汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为给水泵汽轮机转速信号的给水泵汽轮机转速测量卡件，给水泵汽轮机转速测量卡件的输出端分别连接给水泵汽轮机数字电液控制系统控制器和给水泵汽轮机危机跳闸系统控制器；所述给水泵汽轮机控制子系统中还设置有用于控制给水泵汽轮机各进汽门的工作状态的阀门驱动卡件 II，阀门驱动卡件 II 的输入端连接给水泵汽轮机的各进汽门，输出端分别连接给水泵汽轮机数字电液控制系统控制器和给水泵汽轮机危机跳闸系统控制器。

基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力工程设计领域，特别是一种用于燃煤电厂的一体化控制系统。

背景技术

[0002] 传统的燃煤电厂辅助车间控制采用可编程逻辑控制器(PLC)控制器 + 上位机方式，PLC 控制器是内部固化的、按步序和循环的调度方式控制系统运行，它的可靠性很高，但系统对突发事件的实时响应能力不高，不同品牌的 PLC 控制系统之间接口众多，人机界面不够友好，难于实现集中监控和各种优化控制逻辑。随着火电机组规模的进一步增大、机组数量增多、机组参数进一步提高，对辅助车间控制系统的实时性要求迅速提高，要求控制设备操作灵敏、反映迅速、处理正确、记录准确，常规 PLC 控制器已经难以保证控制系统的实时响应能力。这些因素使得电厂控制水平提高受到限制，影响电厂提高运行水平和经济性。并且 PLC 控制系统和其他系统接口困难，很难满足电厂各个主辅系统协同运转的要求，难于形成全厂一体化的控制系统。

[0003] 并且，电厂的电气系统则大量采用各电气设备厂商提供的专用控制系统，各系统软硬件不能互相兼容，系统之间接口众多，工程实施困难，设备配置重复，造成很多资源浪费、运行维护工作量大，难于实现全厂集中控制。因为电厂的大量电气量需要输入到 ECS 电气控制系统内进行画面显示及供逻辑组态用，传统的做法是，每个电气量都需要经过专门的变送器转换成 4 — 20mA 标准信号，然后再送入到 ECS 电气控制系统，这种做法，不仅电缆使用量大，许多如功率因数变送器等价格昂贵，维护量也相应增加。

[0004] 当今燃煤电厂单台机组容量越来越大，主厂房工艺设备和电气设备以及各辅助车间的设备越来越紧密的联系在一起，这就要求各设备间必须共同快速协同的工作，使整个电厂可以快速响应电网负荷的要求以及越来越苛刻的环保节能要求。

[0005] DCS 为分散控制系统(DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM)的英文简称。它是以计算机技术、控制技术和网络通信技术为基础，突出控制功能分散、危险分散、管理和显示集中的设计理念。DCS 系统的实时响应能力强，系统可靠性高，其固有的强大多任务实时响应能力更加适合于工业控制应用。因此如何将 DCS 网络结构应用在燃煤电厂的整个系统中，以解决电厂全局和局部性的复杂控制成为燃煤电厂目前亟待解决的问题之一。

发明内容

[0006] 本发明需要解决的技术问题是提供一种基于 DCS 分散控制系统的，能够使整个燃煤电厂采用一套软硬件即可完成电厂主辅系统各项控制功能的一体化控制系统。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是。

[0008] 基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统，本控制系统基于 DCS 分散控制原理由控制系统和人机交互设备构成，其中：控制系统包括若干个主厂房控制系统以及辅助车间控制系统，所述主厂房控制系统包括通过网络互相连接的公用控制系统和独立子系统；每个主厂房的单元机组(由一台锅炉、一台汽轮机、一台发电机组成的单元)控制系统设置为一个

单元控制网络，主厂房控制系统中的公用控制系统和辅助车间控制系统设置为公用控制网络，所述单元控制网络和公用控制网络之间通过数据交换机进行信息交换，所述独立子系统与单元控制网之间通过控制器进行信息传输，独立子系统与各设备间通过输入输出卡件连接；人机交互设备包括工程师站、历史站、接口站以及若干个操作员站，所述操作员站、工程师站、历史站以及接口站分别连接在单元控制网络和公用控制网络上。

[0009] 本发明的改进在于：所述主厂房控制系统中汽轮机控制子系统经两路与单元控制网络连接，其中一路依次经输入输出卡件和汽轮机数字电液控制系统控制器与单元控制网络连接，另一路依次经输入输出卡件和汽轮机危机跳闸系统控制器与单元控制网络连接；所述汽轮机控制子系统中还设置有用于将汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为汽轮机转速信号的汽轮机转速测量卡件，汽轮机转速测量卡件的输入端连接汽轮机，输出端分别连接汽轮机数字电液控制系统控制器和汽轮机危机跳闸系统控制器；所述汽轮机控制子系统中还设置有用于控制汽轮机各进汽门的工作状态的阀门驱动卡件Ⅰ，阀门驱动卡件Ⅰ的输入端连接汽轮机各阀门，输出端分别汽轮机数字电液控制系统控制器和汽轮机危机跳闸系统控制器。

[0010] 所述主厂房控制系统中的给水泵汽轮机控制子系统的改进在于：所述主厂房控制系统中的给水泵汽轮机控制子系统经两路与单元控制网络连接，其中一路依次经输入输出卡件和给水泵汽轮机数字电液控制系统控制器与单元控制网络连接，另一路依次经输入输出卡件和给水泵汽轮机危机跳闸系统控制器与单元控制网络连接；所述给水泵汽轮机控制子系统中还设置有将给水泵汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为给水泵汽轮机转速信号的给水泵汽轮机转速测量卡件，给水泵汽轮机转速测量卡件的输出端分别连接给水泵汽轮机数字电液控制系统控制器和给水泵汽轮机危机跳闸系统控制器；所述给水泵汽轮机控制子系统中还设置有用于控制给水泵汽轮机各进汽门的工作状态的阀门驱动卡件Ⅱ，阀门驱动卡件Ⅱ的输入端连接给水泵汽轮机的各进汽门，输出端分别连接给水泵汽轮机数字电液控制系统控制器和给水泵汽轮机危机跳闸系统控制器。

[0011] 本发明所述主厂房中电气控制子系统的改进在于：所述主厂房控制系统中的电气控制子系统经电气控制器与单元控制网络连接；所述电气控制子系统的输入端经自动同期装置分别与主厂房内的发电机断路器、隔离开关和励磁调整装置连接，自动同期装置的输出端与电气控制器连接。

[0012] 本发明所述主厂房中电气控制子系统的进一步改进在于：所述主厂房控制系统中电气控制子系统的输入端通过交流采样卡件分别与主厂房内的电压互感器和电流互感器连接。

[0013] 本发明所述主厂房中电气控制子系统的改进还在于：所述主厂房控制系统中电气控制子系统的输入端通过快切与备自投卡件连接主厂房内的电动机控制中心或动力中心的进线开关。

[0014] 由于采用了上述技术方案，本发明取得的技术进步是。

[0015] 本发明采用 DCS 分散控制系统来实现全厂辅助车间和电气系统的远程控制操作，整个燃煤电厂的设备均采用统一的标准和规范设计、制造，全厂只需要准备一套备品备件，可以大大降低运行维护成本。控制系统采用统一的软件，可以保证在主厂房各系统和各辅助车间的控制系统中可以完全互换，运行人员只需学习并掌握一套控制系统的软件操作和

维护本领即可对全厂所有控制系统的操作和维护，减少人员培训费用和时间，减轻运行管理人员工作强度。全厂所有控制系统采用一种通讯协议，只需采用极少的同样的接口站和信息系统连接，即可实现将控制系统的所有信息传送给电厂的信息系统，提供给电厂管理人员使用，可以方便的实现全厂集中监控，减少运行人员，实现减人增效。

[0016] 采用 DCS 用于全厂辅助车间设备控制以后，系统可靠性、系统控制能力、对突发事件的响应能力、信息处理能力、历史趋势存储能力、事故追忆能力和大范围联网能力等获得很大提高，维护成本将大大降低。使得全厂控制系统一体化配置，便于自动化管理，实现全厂监控一体化，能够提高整体控制水平及全厂的劳动生产率，降低运行生产成本，为全厂管控一体化打下良好基础。

附图说明

[0017] 图 1 :为本发明的组织结构示意图。

[0018] 其中 :图中虚线代表网络连接，细实线为硬件连接。

具体实施方式

[0019] 下面结合具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0020] 基于 DCS 的燃煤电厂一体化控制系统，本控制系统基于 DCS 分散控制原理包括控制系统和人机交互设备，控制系统通过人机交互设备与操作员进行信息沟通。

[0021] 控制系统包括主厂房控制系统以及辅助车间控制系统。

[0022] 主厂房控制系统主要包括有相关独立控制子系统组成的单元控制系统和公用控制系统，其中独立子系统包括数据采集子系统、模拟量控制子系统和顺序控制子系统、锅炉炉膛安全监控子系统、汽轮机控制子系统、给水泵汽轮机控制子系统、汽机旁路控制子系统、凝汽器胶球清洗子系统、吹灰控制子系统、凝结水精处理控制子系统、水汽取样和化学加药控制子系统、电气控制子系统、除渣控制子系统、脱硝控制子系统和脱硫控制子系统等。辅助车间控制系统主要包括锅炉补给水处理子系统、工业废水处理子系统、循环水处理子系统、制氢 / 供氢子系统、综合水泵子系统、除灰子系统和输煤子系统。

[0023] 主厂房控制系统包含若干个单元机组控制系统，单元机组中包括该单元内的锅炉、汽轮机以及发电机，由于单元机组内各控制子系统之间联系密切、信息交换量大，因此一体化控制系统网络结构以单元机组为中心，每个单元机组设置为一个单元控制网络，而主厂房的公用控制系统和各辅助车间控制系统设置为一个公用控制网络，每个单元控制网络分别和公用控制网络之间通过数据交换机进行信息交换，每个独立子系统与单元控制网之间通过控制器进行信息传输，各独立子系统与各设备间通过输入输出卡件连接。

[0024] 单元控制网络和公用控制网络均采用双重冗余的网络结构，保证单点网络故障不影响控制系统正常运行。要求网络通讯总线负荷率不大于 30%，共享式以太网通讯的负荷率不大于 20%。所有数据交换机采用相同品牌的相同型号的产品，网络通讯协议也采用完全相同的通讯协议。

[0025] 主厂房控制系统和辅助车间控制系统中各独立子系统与相应设备间均采用完全相同的输入输出卡件，用于采集工艺生产过程中各设备的工作状态信息，以及控制各工艺设备的工作状态。汽轮机控制子系统分别经汽轮机数字电液控制系统 DEH 控制器和汽轮机

危机跳闸系统ETS控制器与单元控制网络连接。给水泵汽轮机控制子系统分别经给水泵汽轮机数字电液控制系统MEH控制器和给水泵汽轮机危机跳闸系统METS控制器与单元控制网络连接。电气控制子系统的输出端经电气控制器与单元控制网络连接。其他独立子系统与单元控制网络之间均通过冗余控制器连接。

[0026] 为保证和控制系统的无缝整合，主厂房控制系统的汽轮机控制子系统中还设置有用于将汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为汽轮机转速信号的汽轮机转速测量卡件，以及用于控制汽轮机各进汽门的工作状态的阀门驱动卡件Ⅰ。汽轮机转速测量卡件的输入端连接汽轮机，输出端分别连接DEH控制器和ETS控制器。阀门驱动卡件Ⅰ的输入端连接汽轮机各阀门，输出端分别连接DEH控制器和ETS控制器。DEH控制器和ETS控制器用于采集汽轮机转速测量卡件输出的信息传输给单元控制网络，再根据单元控制网络的指令控制汽轮机的转速，并进行转速保护。DEH控制器和ETS控制器还用于采集阀门驱动卡件Ⅰ输出的信息传输给单元控制网络，阀门驱动卡件Ⅰ输出的信息主要包括阀门的阀位信号；然后再根据单元控制网络的指令通过阀门驱动卡件Ⅰ控制汽轮机高压主进汽门、高压调速进汽门、中压主进汽门、中压调速进汽门，向这些阀门发送开关指令和阀位指令。

[0027] 主厂房控制系统的给水泵汽轮机控制子系统设置有将给水泵汽轮机的转速测量装置输出的脉冲信号转换为给水泵汽轮机转速信号的给水泵汽轮机转速测量卡件，以及用于控制给水泵汽轮机各进汽门的工作状态的阀门驱动卡件Ⅱ。给水泵汽轮机转速测量卡件的输入端与给水泵汽轮机连接，输出端分别连接MEH控制器和METS控制器。阀门驱动卡件Ⅱ的输入端连接给水泵汽轮机的各进汽门，输出端分别连接MEH控制器和METS控制器。MEH控制器和METS控制器用于采集给水泵汽轮机转速测量卡件输出的信息传输给单元控制网络，再根据单元控制网络的指令控制给水泵汽轮机的转速，并进行转速保护。MEH控制器和METS控制器还用于采集阀门驱动卡件Ⅱ输出的信息传输给单元控制网络，阀门驱动卡件Ⅱ输出的信息主要包括阀门的阀位信号；然后再根据单元控制网络的指令通过阀门驱动卡件Ⅱ控制给水泵汽轮机高压主进汽门、高压调速进汽门、向这些阀门发送开关指令和阀位指令。

[0028] 主厂房控制系统的电气控制子系统中设置有与主厂房内的发电机断路器、隔离开关和励磁调整装置连接的自动同期装置，自动同期装置的输出端与电气控制器连接。单元控制网络接收由自动同期装置采集的发电机断路器、隔离开关的开关闭合状态，并根据此信号选取同期电压，向自动同期装置发出指令，自动弹同期装置根据单元控制网络的指令控制励磁调整装置和电气控制器进行自动调压和调频任务。当同期条件满足时，自动同期装置发出发电机断路器合闸指令，断路器合闸，发电机组和电网连接，同期完成。

[0029] 电气控制子系统中还设置有与主厂房内的电压互感器和电流互感器的交流采样卡件，以及与主厂房内的电动机控制中心MCC或动力中心PC的进线开关连接的快切与备自投卡件。交流采样卡件用于实时采集电流互感器和电压互感器二次测的交流电流量、交流电压量，通过内部数字算法，直接得到一组交流量的所有参数；同时也可以对三相电流电压输入进行运算应用于其他功能的输入。快切与备自投卡件用于实现MCC或PC互为备用进线电源的自动切换功能。快切与备自投卡件同时监视工作进线电源和备用进线电源以及用电设备侧的电压电流的幅值、相位、频率，保证同期的自动切换，不出现对设备大的电流冲击，造成设备损害。

[0030] 控制系统的人机交互设备主要包括：操作员站、工程师站、历史站以及接口站。操作员站主要由辅助车间值班运行人员使用；工程师站由工程师使用，用于控制逻辑组态和维护；历史站用于控制系统历史数据的存储；接口站用于连接控制系统与电厂信息系统。控制系统中人机交互设备均采用同一计算机厂商生产的同一系列的产品，要求所有接口站的 CPU 负荷率不大于 40%，系统具有实时计算和显示负荷率或余量的能力，操作员站内部存储器占用容量不大于 50%，外部存储器占有容量不大于 40% 等，各设备间可以完全互换使用。

[0031] 本发明中所有的操作系统软件、控制逻辑组态软件、数据库软件和运行监控软件以及二次开发用的高级语言软件均采用经过控制系统供货商测试的相同的软件，监视操作画面采用统一的样式、调色方案，符合电厂运行人员的习惯。

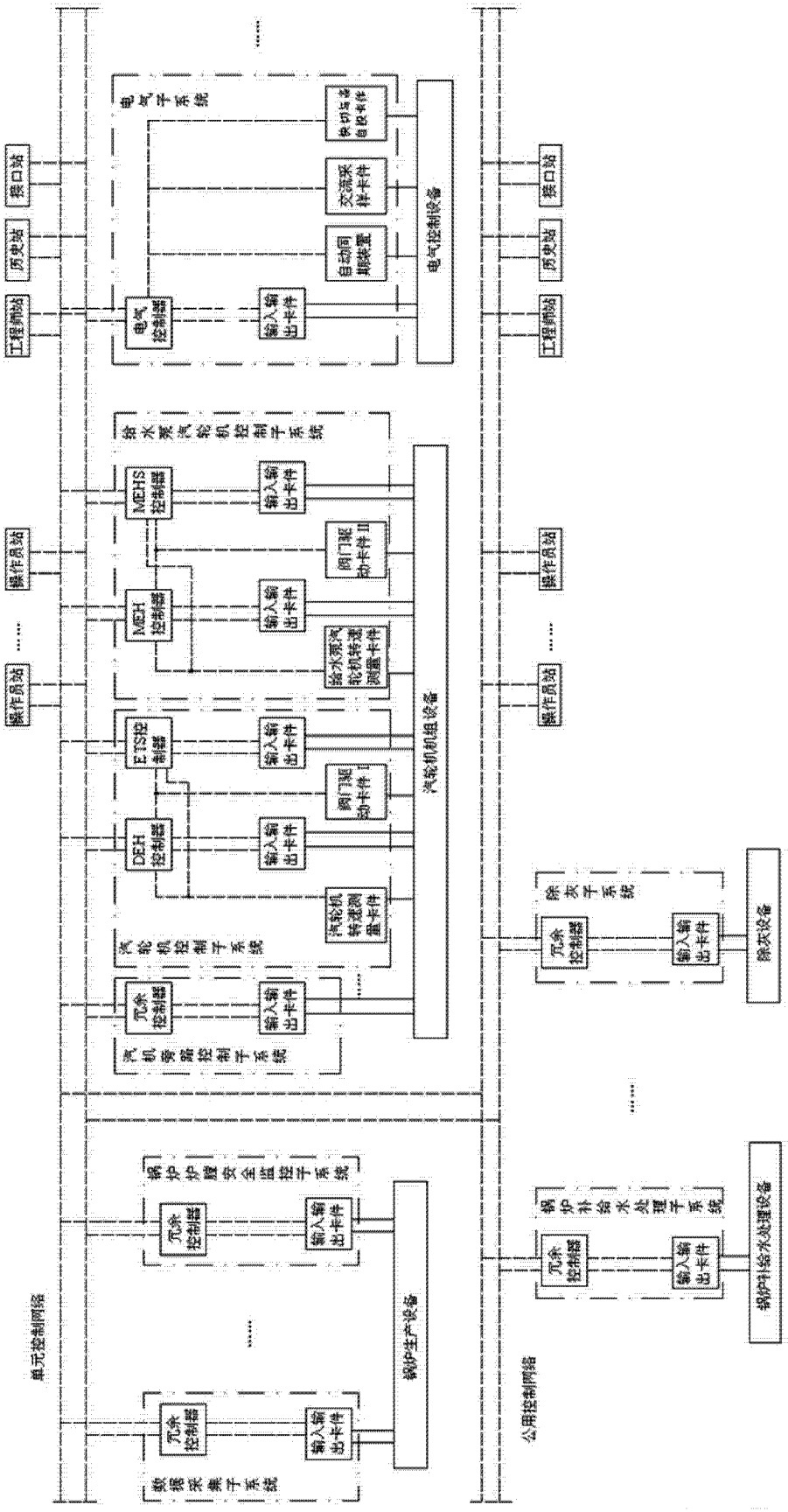

单元控制网络
公用控制网络
工程师站
历史站
接口站
操作员站
电气控制器
输入输出卡件
电气控制设备
MEHS控制器
MEH控制器
ETS控制器
DEH控制器
冗余控制器
汽轮机组设备
除灰设备
锅炉给水处理设备
锅炉生产设备

图 1