(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104820413 A
(43)申请公布日 2015.08.05

(21)申请号 201510151303.8

(22)申请日 2015.04.01

(71)申请人 宁波杭州湾新区祥源动力供应有限公司

地址 315336 浙江省宁波市宁波杭州湾新区滨海六路258号

(72)发明人 郑铁君

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 叶敏华

(51)Int.Cl.

G05B 19/418(2006.01)

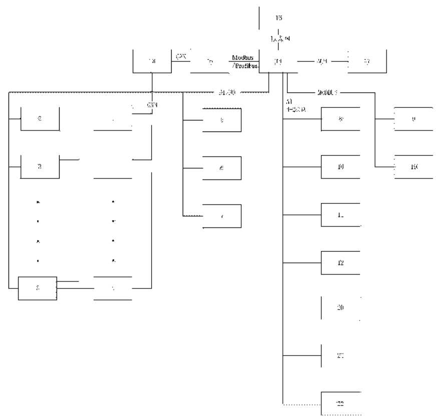
权利要求书2页　说明书8页　附图2页

(54)发明名称

一种空压站房的节能集群控制系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种空压站房的节能集群控制系统及方法，该系统包括：用于采集压缩空气压力的气管压力传感器；用于采集压缩空气流量的气管流量计；用于采集压缩空气露点的露点仪；用于采集循环水泵出水压力的水管压力传感器；用于采集冷却塔进出水温度的冷却塔温度传感器；通过CAN总线连接空压机的空压机中央控制器；分别连接干燥机、循环水泵、冷却风机、电动阀门、气管压力传感器、气管流量计、露点仪、水管压力传感器、冷却塔温度传感器和空压机中央控制器的PLC控制器。与现有技术相比，本发明具有节省能耗、精确控制、操作维护方便等优点。



CN 104820413 A

1. 一种空压站房的节能集群控制系统，空压站房包括多个空压机、多个通过集气罐与空压机对应连接的干燥机和多个通过冷却水循环回路连接空压机的冷却塔，所述冷却水循环回路上设有循环水泵和电动阀门，所述冷却塔设有冷却风机，其特征在于，该系统包括：

用于采集压缩空气压力的气管压力传感器；

用于采集压缩空气流量的气管流量计；

用于采集压缩空气露点的露点仪；

用于采集循环水泵出水压力的水管压力传感器；

用于采集冷却塔进出水温度的冷却塔温度传感器；

通过 CAN 总线连接空压机的空压机中央控制器；

分别连接干燥机、循环水泵、冷却风机、电动阀门、气管压力传感器、气管流量计、露点仪、水管压力传感器、冷却塔温度传感器和空压机中央控制器的 PLC 控制器；

空压机中央控制器通过 CAN 协议与空压机进行数据传输和控制，再将空压机的运行状态数据传输到 PLC 控制器用于显示，PLC 控制器接收气管压力传感器、气管流量计、露点仪、水管压力传感器和冷却塔温度传感器采集的监控参数，并对干燥机、循环水泵、冷却风机和电动阀门进行远程控制。

2. 根据权利要求 1 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，所述空压机中央控制器通过通信协议转换器连接 PLC 控制器，所述通信协议转换器通过 CAN 总线连接空压机中央控制器，并通过 Modbus 总线或 Profibus 总线连接 PLC 控制器。

3. 根据权利要求 1 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，还包括分别连接 PLC 控制器的上位机和 HMI 操作器，HMI 操作器和上位机均接收 PLC 控制器中的各个设备运行状态数据并显示，同时 HMI 操作器根据各个设备运行状态进行设备报警、故障提示、设备运行参数设定和设备启停操作。

4. 根据权利要求 1 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，所述 PLC 控制器分别通过变频器连接循环水泵和冷却风机，PLC 控制器将循环水 泵出水压力与设定的出水压力对比后，通过 PID 调节输出频率信号给相应的变频器，进而改变频率来调节循环水泵的转速使循环水泵出水压力在一个设定范围内，同时 PLC 控制器将冷却塔进出水温度与设定的进出水温度对比后，通过 PID 调节输出频率信号给相应的变频器，进而改变频率来调节冷却风机的转速使冷却塔的水温小于设定的温度。

5. 根据权利要求 1 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，所述多个空压机构成 7Bar 空压机群和 13Bar 空压机群，所述 7Bar 空压机群包括多个不同产量的空压机子群，7Bar 空压机群中最低产量的空压机为变频空压机，所述 13Bar 空压机群包括多个相同产量的变频空压机子群和定频空压机子群。

6. 一种利用权利要求 1 所述系统实现空压站房的节能集群控制方法，其特征在于，包括：

1) 空压机中央控制器进行空压机群控子方法，包括：根据设定的次序自动切换相应的空压机运行，并自动累积各个空压机运行的时间，使每个空压机的运行时间相等，同时通过气管压力传感器实时监测压缩空气压力的变化，与设定的气压值对比后对空压机的运行状态进行控制，当运转的空压机发生故障停机时，停止故障的空压机并投入备用空压机；

2)PLC 控制器进行干燥机群控子方法，包括：在开启一个空压机前先开启一个干燥机，

干燥机处理量与空压机出气量相等，在关闭一个空压机时关闭相应的干燥机，同时根据设定的次序自动切换相应的干燥机运行，并自动累积各个干燥机运行的时间，使每个干燥机的运行时间相等，同时通过露点仪实时监测压缩空气露点进行露点处理，当运转的干燥机发生故障停机时，停止故障的干燥机并投入备用干燥机；

3)PLC 控制器进行循环水泵控制子方法，包括：多个循环水泵为同频调节，根据设定的次序自动切换相应的循环水泵运行，并自动累积各个循环水泵运行的时间，使每个循环水泵的运行时间相等，同时通过水管压力传感器实时监测循环水泵出水压力，与设定的出水压力对比后进行变频定压控制，当运转的循环水泵发生故障停机时，停止故障的循环水泵并投入备用循环水泵；

4)PLC 控制器进行冷却塔控制子方法，包括：多个冷却塔中的冷却风机为同频调节，通过冷却塔温度传感器实时监测冷却塔进出水温度，与设定的进出水温度对比后进行变频控制；

5)PLC 控制器进行空压机冷却水进水电动阀门控制子方法，包括：开启一个空压机前开启对应的电动阀门，关闭一个空压机后，对应的电动阀门延时关闭。

7. 根据权利要求 6 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，所述空压机中央控制器进行空压机群控子方法中通过实时监测压缩空气压力的变化进行压力控制包括以下方式：

a) 当实时监测的压缩空气压力小于设定的气压值的下限，则自动调节运行中的空压机，使其处于加载运行，当加载运行后实时监测的压缩空气压力仍小于设定的出水压力的下限，则自动开启备用空压机，增加供气量，直到压缩空气压力大于设定的出水压力的下限；

b) 当实时监测的压缩空气压力大于设定的气压值的上限，则依次自动卸载运行中的空压机，减少供气量，直到压缩空气压力小于设定的出水压力的上限；

c) 当调节压缩空气压力平稳时，先变频调节空压机的压力，控制空压机加载或卸载，当空压机连续卸载超过设定时间，自动停止相应空压机的运行。

8. 根据权利要求 6 所述的一种空压站房的节能集群控制系统，其特征在于，所述空压机中央控制器进行空压机群控子方法中空压机中央控制器直接控制各个空压机内的压力，空压机内的压力最大值与最小值之差为 0.1Bar。

一种空压站房的节能集群控制系统及方法

技术领域

[0001]　本发明涉及一种节能集群控制系统，尤其是涉及一种空压站房的节能集群控制系统及方法。

背景技术

[0002]　压缩空气是除了电力之外的最重要的工业动力源，在机械、电子、石化、汽车、纺织、化纤、有色金属、电力、煤炭、食品、医药等领域都有极其广泛的应用。空气压缩机（以下简称空压机）可提供压缩空气作为气源动力，是气动系统的核心设备机电引气源装置中的主体，它是将原动（通常是电动机）的机械能转换成气体压力能的装置，是压缩空气的气压发生装置。

[0003]　由于空压机输出的压缩空气不可避免地含有油、水、汽和灰尘颗粒等，如果不进行净化处理，会使得后续的用气设备及管道被锈蚀、用气质量低劣，最终严重影响产品的质量。因此，必须要对压缩空气进行除水、除油、干燥和净化处理。压缩空气干燥机（以下简称干燥机）是最重要压缩空气净化设备，几乎所有需要压缩空气的场所都要用干燥机，如图 1 所示，空压机通过集气罐连接干燥机，干燥机连接用气端。

[0004]　由于空压机在运行过程中会产生大量的热量，需要设置相应的空压机冷却塔（以下简称冷却塔）的冷却水循环来对空压机进行冷却，提高空压机性能，保证空压机可靠性运转，如图 1 所示，冷却塔内设置冷却风机，空压机通过冷却水循环回路连接冷却塔，冷却风机运行，降低冷却水循环回路中的冷却水的温度，进而对空压机进行冷却，冷却水循环回路上设置与空压机对应的电动阀门和循环水泵。

[0005]　空压机群的控制系统是气动系统节能领域的核心技术，以压缩空气为基质的气动系统由于成本相对较低、无污染、易维护等优点在现代工业中得到了广泛的应用。由于气动系统负荷变化频繁，且变化幅度较大，合理配置空压机群系统变得尤为重要。在我国，由于空压机群系统配置的不合理，空压机群系统的能源利用效率偏低，存在着严重的浪费。同时，由于在空压站房中的空压机群都对应配置干燥机和冷却塔进行运行，仅对空压机群的控制系统不能满足整个空压站的节能控制要求，因此，在能源问题日益突出的今天，空压站房控制系统的节能在中国有着重要的意义。

发明内容

[0006]　本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种空压站房的节能集群控制系统及方法，保证整个空压站房的长期安全、经济、合理和高效运行，控制系统能将全面数据传送至工厂集控中心，实现全厂范围统一管理。

[0007]　本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0008]　一种空压站房的节能集群控制系统，空压站房包括多个空压机、多个通过集气罐与空压机对应连接的干燥机和多个通过冷却水循环回路连接空压机的冷却塔，所述冷却水循环回路上设有循环水泵和电动阀门，所述冷却塔设有冷却风机，该系统包括：

[0009] 用于采集压缩空气压力的气管压力传感器；

[0010] 用于采集压缩空气流量的气管流量计；

[0011] 用于采集压缩空气露点的露点仪；

[0012] 用于采集循环水泵出水压力的水管压力传感器；

[0013] 用于采集冷却塔进出水温度的冷却塔温度传感器；

[0014] 通过CAN总线连接空压机的空压机中央控制器；

[0015] 分别连接干燥机、循环水泵、冷却风机、电动阀门、气管压力传感器、气管流量计、露点仪、水管压力传感器、冷却塔温度传感器和空压机中央控制器的PLC控制器；

[0016] 空压机中央控制器通过CAN协议与空压机进行数据传输和控制，再将空压机的运行状态数据传输到PLC控制器用于显示，PLC控制器接收气管压力传感器、气管流量计、露点仪、水管压力传感器和冷却塔温度传感器采集的监控参数，并对干燥机、循环水泵、冷却风机和电动阀门进行远程控制。

[0017] 所述空压机中央控制器通过通信协议转换器连接PLC控制器，所述通信协议转换器通过CAN总线连接空压机中央控制器，并通过Modbus总线或Profibus总线连接PLC控制器。

[0018] 还包括分别连接PLC控制器的上位机和HMI(Human Machine Interface，人机接口）操作器，HMI操作器和上位机均接收PLC控制器中的各个设备运行状态数据并显示，同时HMI操作器根据各个设备运行状态进行设备报警、故障提示、设备运行参数设定和设备启停操作。

[0019] 所述PLC控制器分别通过变频器连接循环水泵和冷却风机，PLC控制器将循环水泵出水压力与设定的出水压力对比后，通过PID调节输出频率信号给相应的变频器，进而改变频率来调节循环水泵的转速使循环水泵出水压力在一个设定范围内，同时PLC控制器将冷却塔进出水温度与设定的进出水温度对比后，通过PID调节输出频率信号给相应的变频器，进而改变频率来调节冷却风机的转速使冷却塔的水温小于设定的温度。

[0020] 所述多个空压机构成7Bar空压机群和13Bar空压机群，所述7Bar空压机群包括多个不同产量的空压机子群，7Bar空压机群中最低产量的空压机为变频空压机，所述13Bar空压机群包括多个相同产量的变频空压机子群和定频空压机子群。

[0021] 一种利用上述系统实现空压站房的节能集群控制方法，包括：

[0022] 1)空压机中央控制器进行空压机群控子方法，包括：根据设定的次序自动切换相应的空压机运行，并自动累积各个空压机运行的时间，使每个空压机的运行时间相等，同时通过气管压力传感器实时监测压缩空气压力的变化，与设定的气压值对比后对空压机的运行状态进行控制，当运转的空压机发生故障停机时，停止故障的空压机并投入备用空压机；

[0023] 2)PLC控制器进行干燥机群控子方法，包括：在开启一个空压机前先开启一个干燥机，干燥机处理量与空压机出气量相等，在关闭一个空压机时关闭相应的干燥机，同时根据设定的次序自动切换相应的干燥机运行，并自动累积各个干燥机运行的时间，使每个干燥机的运行时间相等，同时通过露点仪实时监测压缩空气露点进行露点处理，当运转的干燥机发生故障停机时，停止故障的干燥机并投入备用干燥机；

[0024] 3)PLC控制器进行循环水泵控制子方法，包括：多个循环水泵为同频调节，根据设

定的次序自动切换相应的循环水泵运行，并自动累积各个循环水泵运行的时间，使每个循环水泵的运行时间相等，同时通过水管压力传感器实时监测循环水泵出水压力，与设定的出水压力对比后进行变频定压控制，当运转的循环水泵发生故障停机时，停止故障的循环水泵并投入备用循环水泵；

[0025] 4)PLC 控制器进行冷却塔控制子方法，包括：多个冷却塔中的冷却风机为同频调节，通过冷却塔温度传感器实时监测冷却塔进出水温度，与设定的进出水温度对比后进行变频控制；

[0026] 5)PLC 控制器进行空压机冷却水进水电动阀门控制子方法，包括：开启一个空压机前开启对应的电动阀门，关闭一个空压机后，对应的电动阀门延时关闭。

[0027] 所述空压机中央控制器进行空压机群控子方法中通过实时监测压缩空气压力的变化进行压力控制包括以下方式：

[0028] a) 当实时监测的压缩空气压力小于设定的气压值的下限，则自动调节运行中的空压机，使其处于加载运行，当加载运行后实时监测的压缩空气压力仍小于设定的出水压力的下限，则自动开启备用空压机，增加供气量，直到压缩空气压力大于设定的出水压力的下限；

[0029] b) 当实时监测的压缩空气压力大于设定的气压值的上限，则依次自动卸载运行中的空压机，减少供气量，直到压缩空气压力小于设定的出水压力的上限；

[0030] c) 当调节压缩空气压力平稳时，先变频调节空压机的压力，控制空压机加载或卸载，当空压机连续卸载超过设定时间，自动停止相应空压机的运行。

[0031] 所述空压机中央控制器进行空压机群控子方法中空压机中央控制器直接控制各个空压机内的压力，空压机内的压力最大值与最小值之差为 0.1Bar。

[0032] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0033] 1) 设备无人值守，减少操作运行成本：应用了本发明的节能集群控制系统和方法，空压站房可实现自动运行，现场无需配置操作人员，可节约人力运行成本。

[0034] 2) 压缩空气压力稳定，节约能量，可为用户创造经济效益：未使用本发明系统时，空压机的加卸载顺序是通过在空压机本机上的加 / 卸载压力带设置一个梯度来实现，这样系统压力波动较大（带宽大），且造成能源浪费。使用本发明系统以后，集群控制系统根据空压机母管实时压力来集中控制空压机的加卸载，为单点压力控制，可以稳定系统压力在一个比较小的压力带内，即空压机内的压力最大值与最小值之差为 0.1Bar，为用户提供稳定压力，节约能量。

[0035] 3) 自动故障处理，减少潜在的生产损失。

[0036] 4) 强大的上位机和 HMI 操作器的管理功能：监控室远程监视站房设备运行状态和数据，故障信息记录，有利于企业优化管理。

[0037] 5) 灵活的控制结构，极大方便今后的系统扩展：空压机中央控制器和 PLC 控制器可通过不同工业协议连接相应的设备，即可实现对应的控制操作，方便增加或减少设备的数量。

附图说明

[0038] 图 1 为现有的空压站房中设备连接示意图；

[0039] 图2为本发明空压站房的节能集群控制系统的结构示意图。

[0040] 图中：1、空压机，2、集气罐，3、干燥机，4、冷却塔，5、冷却风机，6、循环水泵，7、电动阀门，8、气管压力传感器，9、气管流量计，10、露点仪，11、水管压力传感器，12、冷却塔温度传感器，13、空压机中央控制器，14、PLC控制器，15、通信协议转换器，16、上位机，17、HMI操作器，19、数字量电表，20、循环水泵频率反馈电路，21、冷却风机频率反馈电路，22、冷却塔液位计。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0042] 如图1所示，空压站房包括多个空压机1、多个通过集气罐2与空压机1对应连接的干燥机3和多个通过冷却水循环回路连接空压机1的冷却塔4，冷却水循环回路上设有循环水泵6和电动阀门7，冷却塔4设有冷却风机5，如图2所示，一种空压站房的节能集群控制系统包括：用于采集压缩空气压力的气管压力传感器8、用于采集压缩空气流量的气管流量计9、用于采集压缩空气露点的露点仪10、用于采集循环水泵6出水压力的水管压力传感器11、用于采集冷却塔4进出水温度的冷却塔温度传感器12、空压机中央控制器13、PLC控制器14、上位机16、HMI操作器17以及对应的用于采集电耗量的数字量电表19、用于闭环控制的循环水泵频率反馈电路20、用于闭环控制的冷却风机频率反馈电路21、用于采集冷却塔4液位高度的冷却塔液位计22。

[0043] 多个空压机1通过CAN总线依次连接后再连接空压机中央控制器13，空压机中央控制器13通过通信协议转换器15连接PLC控制器14，通信协议转换器15(可采用COMBOX-S/P模块)通过CAN总线连接空压机中央控制器13，并通过Modbus总线或Profibus总线连接PLC控制器14。PLC控制器14分别通过变频器连接循环水泵6和冷却风机5，以达到节能的效果。PLC控制器14通过DI/DO数据线连接空压机1、干燥机3、循环水泵6、冷却风机5和电动阀门7，通过AI数据线连接气管压力传感器8、露点仪10、水管压力传感器11、冷却塔温度传感器12、循环水泵频率反馈电路20、冷却风机频率反馈电路21和冷却塔液位计22，通过MODBUS数据线连接气管流量计9和数字量电表19，通过以太网连接上位机16，通过MPI总线连接HMI操作器17。

[0044] 多个空压机1构成7Bar空压机群和13Bar空压机群，7Bar空压机群包括2台8250M^3/H Atlas离心空压机1、2台6230M^3/H Atlas空压机1和1台4150M^3/H Atlas变频空压机1及相应配套辅机设备，13Bar空压机群包括1台1200M^3/H Atlas定频螺杆空压机1和1台1200M^3/H Atlas变频螺杆空压机1及相应配套辅机设备。

[0045] 空压机中央控制器13通过CAN协议与空压机1进行数据传输和控制，每台设备包含但不限于以下信息：运行/停止、报警、故障停机、启动/停止、加载/卸载、时间、压力温度等参数，空压机中央控制器13包括以下功能：

[0046] 1)控制系统压力控制

[0047] 11)直接控制空压管网压力，不用设置梯级压力，压力波动带降低到0.1Bar(要求足够的存储和控制)，每降低1Bar(15psi)，可减少7%能源，每降低1bar(15psi)，可减少

13％泄漏（人工要求）。

[0048] 12）实时管理模式，管理多个压缩空气管网，同时对改进的压力带优化。

[0049] 13）管理多个空压机 1，最多管理 60 台机器。

[0050] 14）顺序控制：例如，顺序 1 为 1-2-3-4；顺序 2 为 2-3-1-4，则当空压机 1 压力低于设定目标压力下限时，若当前顺序为 1，空压机中央控制器 13 将按照 1-2-3-4 的顺序依次加载对应的空压机 1；当空压机 1 压力高于设定上限时，将按相反的次序 4-3-2-1 卸载或停止对应的空压机 1，从而空压机 1 的压力将控制在设定的范围之内。如果顺序为 2，则空压机中央控制器 13 将按照 2-3-1-4 的顺序加载对压机和按相反的次序卸载空压机 1。

[0051] 15）顺序切换（相当于主备机切换）：在设定的切换时间到达时进行切换，或者人为进行强制切换。

[0052] 2）故障处理

[0053] 21）空压机中央控制器 13 一检测到压机的故障跳机，将自动检索当前的运行次序，起用最邻近的备用空压机 1。

[0054] 22）空压机 1 的综合报警与故障状态将实时反应到空压机中央控制器 13 的触摸监视界面和上位机 16 监视界面上。

[0055] 3）能源管理，在显示屏上详细的显示能源节约信息。

[0056] PLC 控制器 14 通过现场硬接线方式接收空压机中央控制器 13 传输的空压机 1 数字量信号，每台设备包含但不限于以下信息：运行／停止、报警、故障停机、启动／停止等。PLC 控制器 14 显示所有空压机组，包括各型号干燥机 3 的所有实时运行数据、故障报警复位信息等，且要有记录、保存（至少保存一年），随时可以调阅（且与实时运行监控及控制不相影响），譬如比较重要的运行监控参数：机组冷却水进（出）水温度、压力；各级进（排）气温度、压力；中间压力；机组运行时间；空气过滤压差；齿轮油箱油温、油压等等。

[0057] 一种利用上述系统实现空压站房的节能集群控制方法，包括：

[0058] 1）空压机中央控制器 13 进行空压机群控子方法，在 7Bar 空压机群中，具体包括以下：

[0059] 11）实时监测安装在压缩空气总管或集气罐 2 上的气管压力传感器 8 采集的压缩空气压力的变化，与设定的气压值进行比较，通过判断做出相应的控制决策，包括：

[0060] a）当实时监测的压缩空气压力小于设定的气压值的下限，则自动调节运行中的空压机 1，使其处于加载运行，当加载运行后实时监测的压缩空气压力仍小于设定的出水压力的下限，则自动开启备用空压机 1，增加供气量，直到压缩空气压力大于设定的出水压力的下限，实现系统压力的提高，保持压缩空气压力的平稳；

[0061] b）当实时监测的压缩空气压力大于设定的气压值的上限，则依次自动卸载运行中的空压机 1，减少供气量，直到压缩空气压力小于设定的出水压力的上限，实现系统压力的降低，保持压缩空气压力的平稳；

[0062] c）当调节压缩空气压力平稳时，输出的压力在设定的压力波动带中优先使 4150M^3/H Atlas 变频空压机 1 进行调节，若不能满足则使其它运行的空压机 1 加／卸载以满足压力的平稳，当空压机 1 连续卸载超过设定时间，自动停止相应空压机 1 的运行，节约能耗。

[0063] 12）空压机中央控制器 13 可以根据设定要求自动切换运行的次序，系统自动累计

各台空压机 1 运行的时间，等时间控制，自动选择运行时间最短的空压机 1 优先运行，使每台空压机 1 长期运行时间基本相等，以延长空压机 1 的使用寿命。同时系统使运行空压机 1 大小合理的搭配，实现节能、高效、安全的运行。

[0064] 13) 运行过程中，当运转的空压机 1 发生故障停机，系统根据故障事件自动停止故障空压机 1 的控制及相关的辅机设备，自动投入备用空压机 1 及辅助设备。

[0065] 14) 根据能耗和设备性能提供最优的设备组合和优化每台空压机 1 负荷分配，提供先进的控制算法以使最大限度的根据负载需求实现节能运行，合理控制空压机组运行台数，优先发挥变频空压机 1 的调配能力，实现最佳系统高效节能运行。

[0066] 15) 能够综合考虑空压机 1 系统供气压力设定值偏差与系统用气负荷变化趋势，防止运行空压机组过量调整而使系统压力的超调。

[0067] 在 13Bar 空压机群中，平时以变频空压机 1 使用为主，定频空压机 1 为备用机，当发生用气量不够或变频空压机 1 故障时，系统自动启动备用空压机 1，其它控制基本同 7Bar 空压机群的控制。

[0068] 2)PLC 控制器 14 进行干燥机群控子方法，在系统中采用同空压机 1 容量相同的再生式干燥机 3，7Bar 空压机群配置 4 台 9500M^3/H 再生式干燥机 3，13Bar 空压机群配置 2 台 1500M^3/H 再生式干燥机 3。对应的控制方式包括：

[0069] 21) 开启空压机 1 前先开启一台再生式干燥器，开启多台空压机 1 时则能自动开启处理量与空压机 1 出气量相符再生式干燥器，关闭空压机 1 时，能相应关闭再生式干燥机 3，露点处理通过露点仪 10 实时监测压缩空气露点后再由再生式干燥机 3 自带控制完成。

[0070] 22) 系统能够实现根据设定要求自动切换运行的次序，系统自动累计各台再生式干燥机 3 运行的时间，自动选择运行时间最短的干燥机 3 优先运行，使每台干燥机 3 长期运行时间基本相等。

[0071] 23) 运行过程中，当运转的干燥机 3 发生故障停机，能实现根据故障事件自动停止故障干燥机 3 并自动投入备用干燥机 3。

[0072] 3)PLC 控制器 14 进行循环水泵控制子方法，本系统能够控制空压机冷却水设备包括三台 45KW、260M^3/H 循环水泵 6，循环水泵 6 两用一备，对应的控制方式包括：

[0073] 31) 通过采集装设在供水母管上水管压力传感器 11 的信号与设定的出水压力比较进行变频定压控制。

[0074] 32) 二台运行的水泵采取同频调节，当运转中的一台循环水泵 6 故障时，备用泵能实现自动启动并参与调节，使系统水压保持恒定。

[0075] 33) 可以根据设定要求自动切换运行的次序，自动累计各台循环水泵 6 运行的时间，自动选择运行时间最短的循环水泵 6 优先运行，使每台循环水泵 6 长期运行时间基本相等，以延长循环水泵 6 的使用寿命。实现节能、高效、安全的运行。

[0076] 4)PLC 控制器 14 进行冷却塔控制子方法，本系统中冷却塔 4 设置额定风量 600M^3/H 的风机，对应的控制方式包括：

[0077] 41) 两台 30KW 风机通过采集装设在回水管道上的温度传感器的信号与设定的进出水温度比较进行变频控制。

[0078] 42) 二台冷却风机 5 采取同频调节，使系统温度保持恒定从而达到节能效果。

[0079] 5)PLC 控制器 14 进行空压机冷却水进水电动阀门控制子方法，七台空压机 1 冷却

水进口都配有电动阀门 7，当与之对应的空压机 1 开启时电动阀门 7 能够先开启，当对应空压机 1 关机后，电动阀门 7 能延时一段时间后方可关闭。

[0080] PLC 控制器 14 根据控制需求设置以下功能：

[0081] 1) 触摸屏功能

[0082] 用于显示重要参数设置（如目标压力，运行顺序）、系统母管压力显示、空压机 1 运行 / 故障状态、空压机 1 的加载 / 卸载状态、空压机 1 主机温度、排气压力、循环水泵 6/ 冷却风机 5 等设备的工况等。

[0083] 2) 可扩展的上位机管理功能

[0084] 21) 运转主界面组态需清晰地展示整个控制系统的网络结构和控制设备（分 7Bar 和 13Bar 两个系统，与 7Bar 空压机群和 13Bar 空压机群对应），包括现场采集系统压力、温度、流量、电量等实时信号以及当前各设备运行、工作状态，点击设备图标可以观察具体的运行参数。

[0085] 22) 单台设备的具体运行数据列表可以直观地了解设备的运行情况，具有故障报警、故障诊断信息的功能。

[0086] 23) 用户可以通过上位机 16 对 PLC 控制器 14 进行系统压力、循环水压力、温度等设置，和运行模式的选择。PLC 控制器 14 和 IPC 站采用 Profibus+CP5611 卡的通讯方式。

[0087] 24) 用户可以通过上位机 16 对系统的压力、循环水压力、温度、流量进行实时和历史的查询、对设备的故障进行历史查询，历史记录拟保留 1 年。

[0088] 25) 上位机 16 应具有整个空压机 1 的 COP（制热能效比）计算和历史记录，记录以分时、天、周、月、年以表格形式和曲线二种形式，记录保存拟定 1 年。

[0089] 26) 组态软件拟采用 WINCC 最新版本并汉化，上位机 16 拟采用工业 IPC 计算机，监视器尺寸不小于 24 寸。组态需有友好的人机操作界面，方便的导向性操作菜单，图形设计简洁，色彩应用合理。

[0090] 27) 采用用户权限的管理方法，进行系统操作安全性的限制。

[0091] 28) 开放的数据通讯接口控制系统能将全部数据传送至能源中心集控中心、实现能源中心统一管理。

[0092] 29) 实时监视系统所有空压机 1 运行状态；实时监视空压机 1 的主机温度、排气压力等过程参数；实时监控管网压力等参数；符合现场工艺流程的画面监控；重要参数趋势曲线显示；

[0093] 30) 手动操作设备和参数设置功能；

[0094] 31) 故障报警提示功能。

[0095] PLC 控制器 14 的交互操作通过上位机 16 和 HMI 操作器 17 的触摸屏来实现，用户可以在上位机 16 上观察设备的运行状态和数据。

[0096] HMI 操作器 17 选用威纶通公司 MT8150X 系列触摸屏，采用威纶通公司工业自动化软件平台，进行二次开发，实现下列功能：

[0097] 1) 友好的人机操作界面，方便的导向性操作菜单，图形设计简洁，色彩应用合理；

[0098] 2) 实时采集和显示压缩机的运行状态和数据，以及现场工艺过程的检测数据；

[0099] 3) 自动进行设备报警和故障提示；

[0100] 4) 单机远程操作模式下，启动、停止、压缩机的操作；

[0101] 5)PLC 自动联锁模式下的参数设定及功能操作；

[0102] 6) 调整系统压力设定值及相关控制参数设定；

[0103] 7) 采用用户权限的管理方法，进行系统操作安全性限制。

[0104] 综上，通过空压机中央控制器 13 智能化的逻辑集中控制 3 个系统 (7Bar 系统、13Bar 系统、输送系统) 中所有的空压机 1，达到节省能耗、精确控制、操作维护方便的功效。PLC 控制器 14 实现对空压机 1 参数、状态的显示及干燥机 3、循环水泵 6、冷却风机 5 等设备的在线控制和监视优化，保证整个压缩空气系统的长期安全、经济、合理和高效运行，控制系统能将全面数据传送至工厂集控中心，实现全厂范围统一管理。

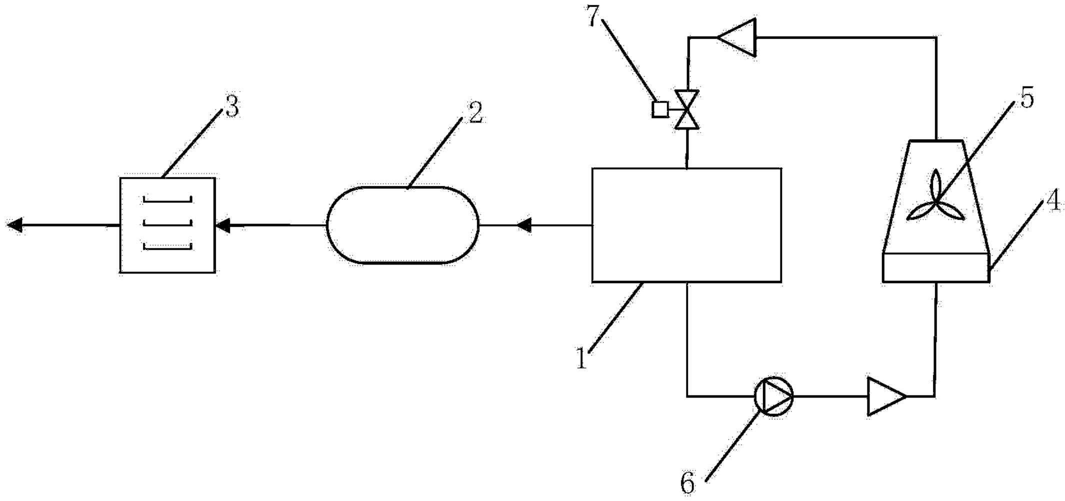


图 1

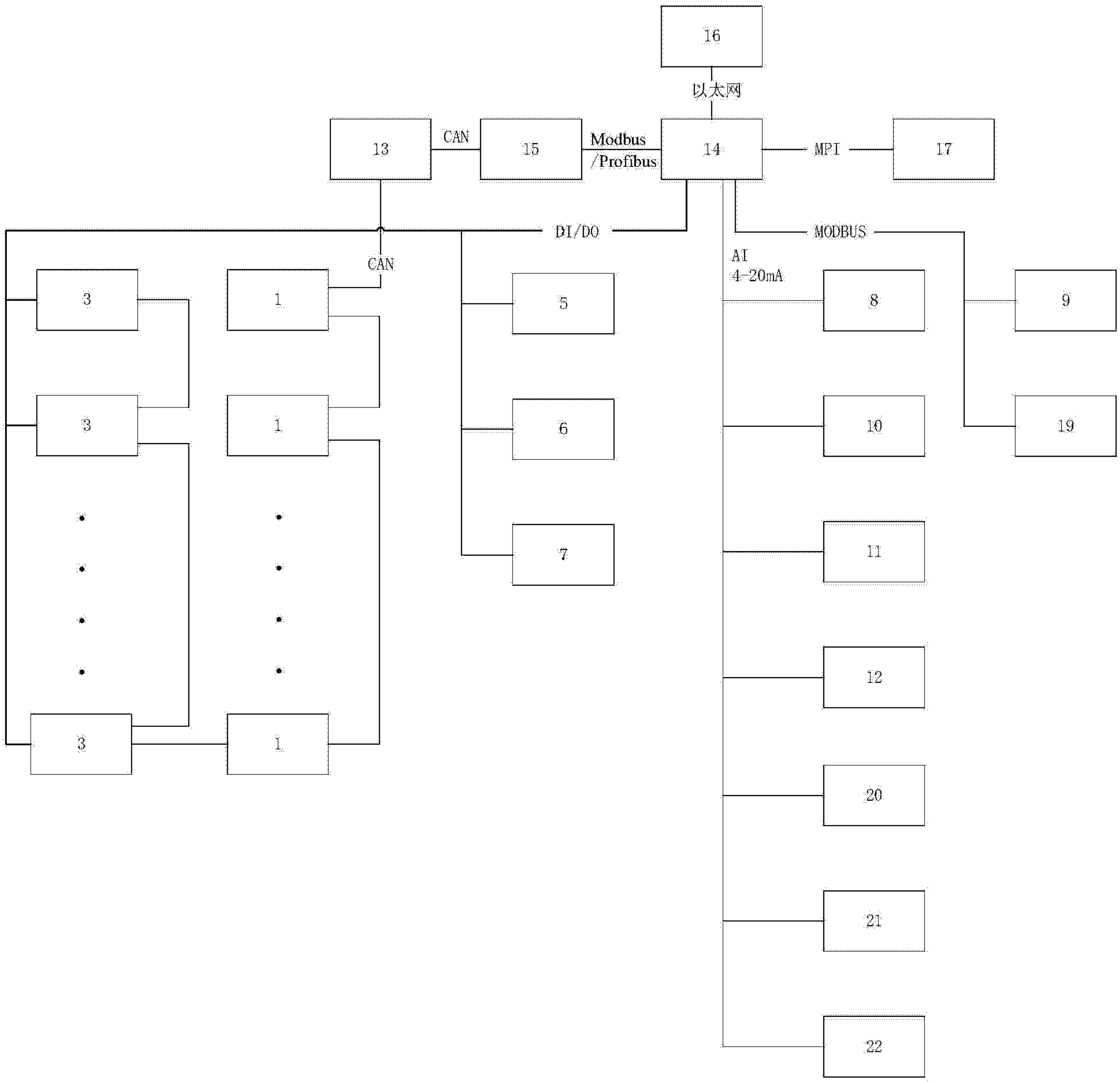

16
以太网
13
CAN
15
Modbus
/Profibus
14
MPI
17
DI/DO
CAN
MODBUS
AI
4-20mA
3
1
5
8
9
3
1
6
10
19
7
11
12
3
1
20
21
22

图 2