



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810159250.4

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101476486A

[22] 申请日 2008.11.26

[21] 申请号 200810159250.4

[71] 申请人 枣庄矿业(集团)有限责任公司滨湖煤矿

地址 277515 山东省枣庄市滕州市滨湖镇

[72] 发明人 张立俊 马士亮 张文宝 贺伟
刘彦 朱西田

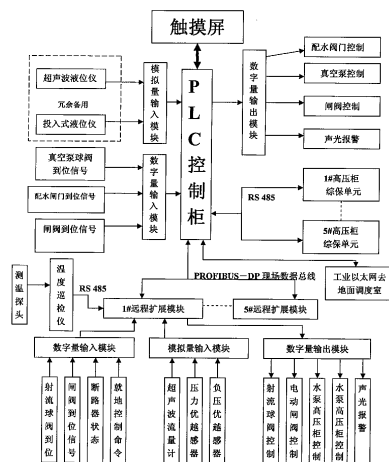
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 3 页

[54] 发明名称

井下中央泵房排水自动监控系统

[57] 摘要

一种井下中央泵房排水自动监控系统，包括：PLC 控制柜及其远程扩展模块、现场数据总线、触摸屏、模拟量和开关量输入模块、各种监测探头、行程开关、液位仪、执行部分，监控网络采用 PRO-FIBUS DP 现场数据总线与工业以太网相结合的形式。包括：(1)吸水井水位监控；(2)水泵启动高压开关柜状态监测；(3)闸阀、水射流抽真空装置的球阀、配水闸阀门位判断；(4)真空泵球阀阀位判断；(5)设备各个测温点温度的测量；(6)压力传感器、负压传感器信号测量；(7)系统故障判断；(8)根据吸水井水位情况自动控制水泵的启停及运行台数；(9)设置了供电避峰时间段，自动选择开泵时间、开泵台数。本发明提高了系统工作可靠性、降低设备事故率，对排水系统采用三级监控结构。



1、一种井下中央泵房排水自动监控系统，包括：井下中央泵房排水系统和排水自动监控系统，其特征是：

井下中央泵房排水系统包括：水泵及电机、水泵启动高压开关柜、水仓、吸水井、水泵抽真空装置、闸阀、止回阀、底阀、配水闸门以及排水管路；闸阀、止回阀安装在排水管路上，底阀安装在水泵吸水管末端，配水闸门安装在水仓与吸水井之间或吸水井与吸水井之间；本发明的闸阀、配水闸门、水泵抽真空装置均具备手动、电动两种操作方式，并在其电动执行机构上安装了行程开关；吸水井安装了超声波液位仪；水泵高压启动开关柜装备具有数据传输接口的电子综合保护单元，实现自动化运行及远处监控；水泵电机定子安装 Pt100 电阻，水泵轴承、电机轴承均安装温度传感器，在水泵吸水管上安装了超声波流量计和测量水泵真空度的负压传感器；水泵排水管安装了压力传感器；所有传感器及行程开关信号上传至对应的数字量输入模块或模拟量输入模块；系统在水泵的进水段安装有负压表，用于在开泵前监测水泵的真空度；在水泵的出水口安装有压力表，用来监测水泵高压合上而电动闸没有开启时的压力；

排水自动监控系统包括：PLC 控制柜及其远程扩展模块、现场数据总线、触摸屏、模拟量和开关量输入模块、各种监测探头、行程开关、液位仪、执行部分，通过工业以太网与地面调度室计算机相连；

(1)吸水井水位监控：由吸水井安装的超声波液位仪进行测量，所测量的信号是一个连续信号，能够实时反映吸水井水位，超声波液位仪所测的水位信号先进入模拟量输入模块，再上传至 PLC 控制柜，随时在监控系统的计算机界面上显示；吸水井高水位在设定的值时开泵、停泵；

(2)水泵启动高压开关柜状态监测：水泵启动高压开关柜安装有电子综合保护单元，开关柜的各种参数，电压、电流、功率、功率因数、开关柜断路器的位置信号通过 RS485 通讯方式进入 PLC 控制柜，PLC 控制柜根据上传的信息就可以自行判断高压开关柜是否具备启动条件，运行中当开关柜电流、电压参数出现过电流、过电压、欠电压异常时，系统分别设计报警或延时停车；

(3)闸阀、水射流抽真空装置的球阀，配水闸门阀位判断：由在其上面安

装的行程开关来判断阀位置是处于关闭还是开启状态，行程开关提供的开关量信号传送到数字量输入模块，在模块内处理后传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送至 PLC 控制柜，以供 PLC 逻辑运算判断；

(4)真空泵球阀阀位判断：由在其上面安装的行程开关来判断阀位置是处于关闭还是开启状态，行程开关提供的开关量信号传送到数字量输入模块，在模块内处理后传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送至 PLC 控制柜，以供 PLC 逻辑运算判断；

(5)设备各个测温点温度的测量：电机定子绕组预埋了 Pt100 的电阻，电机轴承、水泵轴承也分别安装了温度探头，所测量的信号先传送到多路温度巡检仪，测算出温度信号后，通过 RS485 通讯方式，将数据传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送至 PLC 控制柜，以供计算机逻辑判断控制；在 PLC 可编程序控制器中分别设定了电机定子、电机轴承、水泵轴承的上限温度，上限温度值为两级参数，当达到第一级温度时，系统报警并显示，当达到第二级温度时，控制系统自动停止水泵避免设备损坏，以上各点所测量温度，均能在控制系统的计算机界面上实时显示；

(6)压力传感器、负压传感器信号测量：开泵前应先将水泵腔体抽真空，在水泵的吸水管负压表上安装了负压传感器，其信号先传送到模拟量输入模块，再经现场数据总线传送到 PLC 控制柜，其负压值可实时测量，当负压值达到设定值时表示水泵已抽真空，水泵可以启动，否则水泵不能启动；在排水管的压力表上安装了压力传感器，其数据传送方式与路径与负压传感器相同；

(7)系统故障判断：PLC 控制柜依据在现场采集到的各种信息，判断排水系统中的各种参数数值，将采集到的参数数值与系统报警设定值相比较，如果数据异常，说明有故障，PLC 控制柜将驱动报警器报警并显示故障类别，根据程序设定要求停泵；

(8)根据吸水井水位情况自动控制水泵的启停及运行台数：在半自动或全自动运行方式下，当吸水井水位至设定值时，PLC 控制柜根据逻辑程序首选判断哪几台泵具备启动条件，自行选择其中一台泵按逻辑控制的指令，将其选定的水泵启动；水泵启动后，随时监测、运算系统的各种参数，当水泵开启后，如果吸水井水位下降的速度低于设定值，系统将在第一台水泵开启后

半小时之内自动开启另外一台水泵加大排水的能力，如果吸水井水位下降速度的仍达不到设定值，再启动一台水泵，直至吸水井水位下降速度满足设计值要求；当吸水井水位排至设定值时，PLC 控制柜控制按程序自动逐台顺序停泵；每台水泵的运行时间，PLC 控制柜计算机内均有记录并进行运算；当一台水泵累计工作到设定值后，系统将选择另外一台水泵运行；计算机可以根据逻辑运算结果轮流或交叉启动水泵，单台或多台运行，控制各水泵轮流工作，使每台水泵磨损程度均等，保证各台水泵的运行时间相当；

(9)根据吸水井水位，供电峰谷段时间划分情况，在 PLC 可编程序控制器中设置了避峰时间段，将此时间段输入 PLC 程序内，PLC 根据吸水井水位情况、吸水井水位上升速度情况，自动选择开泵时间、开泵台数，确保水泵运行合理，在排水安全和避峰时间之间，本着避峰时间服从排水安全的原则。

2、根据权利要求 1 所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：在所述水泵电机回路中串入电抗器，在电机启动后将电抗器切除，电机投入正常运行。

3、根据权利要求 1 所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：在吸水井内增设了一个投入式液位仪。

4、根据权利要求 1 所述的井下中央泵房排水自动监控系统系统，其特征是：所用的闸阀电动机构是多回转阀门电动装置，其控制点有四个，分别为两个行程开关：电动阀开到位，电动阀关到位；两个转矩开关：开过转矩，关过转矩；这些接点均为常闭接点。

5、根据权利要求 1 所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：所述的排水自动监控系统采用三级控制结构，用户可以在地面调度室、PLC 控制柜以及就地控制箱完成对排水系统的监控；监控网络采用 PROFIBUS DP 现场数据总线与工业以太网相结合的形式；PLC 控制柜与远程扩展模块之间采用 PROFIBUS DP 现场数据总线通讯模式；地面调度室计算机与 PLC 控制柜之间的通信采用工业以太网。

井下中央泵房排水自动监控系统

技术领域

本发明涉及一种井下中央泵房排水自动监控系统。

背景技术

矿井排水系统负责将井下涌水排至地面，一般由井下中央泵房集中将涌水排至地面；井下中央泵房排水系统能否可靠、有效地运行，将关系到整个矿井的排水安全乃至矿井安危。井下中央泵房排水系统一般由水泵及电机、水泵启动高压开关柜、水仓、吸水井、水泵抽真空装置（真空泵或水射流抽真空装置）、三阀（闸阀、止回阀、底阀；闸阀、止回阀安装在排水管路上，底阀安装在水泵吸水管末端），配水闸门（安装在水仓与吸水井之间或吸水井与吸水井之间）以及排水管路等组成；中央泵房排水系统设备具有电机功率大、电压高、启动停止操作复杂、运行故障多发等特点。

目前，普通矿井中央泵房排水系统设备，其闸阀、配水闸门、水射流抽真空装置均为手工操作，无电动执行机构；吸水井水位观测、水泵起停等操作均为人工方式。存在着劳动强度大、操作过程复杂，启动停止时间长、效率低等诸多不适应现代化矿井管理的问题。

专利申请号为 200710185265.3、发明名称为“一种矿用隔爆兼本安型数字化自动排水系统”的专利申请，公开了一种矿用隔爆兼本安型数字化自动排水系统，属于煤矿井下自动化检测技术领域。目的在于公开一种能够准确、安全、可靠检测煤矿井下水仓水位并实时启动排水系统的防爆兼本安型数字化自动控制系统的技术方案，其特征在于该系统由本安型数字水位传感器 I、隔爆兼本安型控制回路 II 和本安电源电路 III 三部分组成，是一套数字化、智能化监控系统，具有实时采集并存储水位信号，监控水泵电机工作状态、水仓流量，并实时控制电机的开停，实现数据显示、设限报警和上位机串口通信等功能。并按照煤矿行业安全标准设计，防爆标志为 Exdib，可应用于一般矿井和高瓦斯矿井的井下水仓水位的自动监测和自动化排水系统。

专利申请号为 200610171313.9、发明名称为“主排水泵智能型无人远程监控装置”的专利申请，公开了一种主排水泵智能型无人远程监控装置，其

是实现煤矿井下主排水泵房(也可以用于其它行业)无人监控的一个必要装置。为我国煤矿主排水泵房向智能化、机电一体化、无人监控化的方向发展,提供了必要的物资基础。该产品具有如下主要特征: 1. 利用各种传感器和工业控制计算机实现了对水泵各主要参数的连续化监测。 2. 编制管理软件,实现主排水泵房的智能化无人管理。 3. 利用互联网传输信息,实现无人远程监测功能。

专利申请号为 200610002370.4、发明名称为“矿井安全抗灾型自动化主排水系统”的专利申请,公开了矿井安全抗灾型自动化主排水系统,其可以实现矿井的正常排水、突发水灾事故抢险排水及灾后矿井生产恢复排水的功能。该系统由全自动地面远程监测与操控系统、多级离心水泵、水冷或分体风冷防水防爆型电机等组成。所述的全自动地面远程监测与操控系统,通过实时远程监测矿井水位与设备工作状况,实现远程开、停电机功能和井下主泵房排水管网的开、关电动闸阀的功能,由控制开关、传感器、数据总线、数据显示及处理等硬件和软件组成;水泵是普通的矿用多级离心式排水泵,由电机带动水泵工作,实现排水功能;电机结构型式是自动控制的水冷或分体风冷和防水密封的防爆型电机。

发明内容

本发明的目的是提供一种采用工业计算机可编程序控制技术、传感技术等新技术的井下中央泵房排水自动监控系统。

为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

一种井下中央泵房排水自动监控系统,包括:井下中央泵房排水系统和排水自动监控系统,其特征是:

井下中央泵房排水系统包括:水泵及电机、水泵启动高压开关柜、水仓、吸水井、水泵抽真空装置、闸阀、止回阀、底阀、配水闸门以及排水管路;闸阀、止回阀安装在排水管路上,底阀安装在水泵吸水管末端,配水闸门安装在水仓与吸水井之间或吸水井与吸水井之间;本发明的闸阀、配水闸门、水泵抽真空装置均具备手动、电动两种操作方式,并在其电动执行机构上安装了行程开关;吸水井安装了超声波液位仪;水泵高压启动开关柜装备具有数据传输接口的电子综合保护单元,实现自动化运行及远处监控;水泵电机定子安装 Pt100 电阻,水泵轴承、电机轴承均安装温度传感器,在水泵吸水

管上安装了超声波流量计和测量水泵真空度的负压传感器；水泵排水管安装了压力传感器；所有传感器及行程开关信号上传至对应的数字量输入模块或模拟量输入模块；系统在水泵的进水段安装有负压表，用于在开泵前监测水泵的真空度；在水泵的出水口安装有压力表，用来监测水泵高压合上而电动闸没有开启时的压力；

排水自动监控系统包括：PLC 控制柜及其远程扩展模块、现场数据总线、触摸屏、模拟量和开关量输入模块、各种监测探头、行程开关、液位仪、执行部分，通过工业以太网与地面调度室计算机相连；

(1)吸水井水位监控：由吸水井安装的超声波液位仪进行测量，所测量的信号是一个连续信号，能够实时反映吸水井水位，超声波液位仪所测的水位信号先进入模拟量输入模块，再上传至 PLC 控制柜，随时在监控系统的计算机界面上显示；吸水井高水位在设定的值时开泵、停泵；

(2)水泵启动高压开关柜状态监测：水泵启动高压开关柜安装有电子综合保护单元，开关柜的各种参数，电压、电流、功率、功率因数、开关柜断路器的位置信号通过 RS485 通讯方式进入 PLC 控制柜，PLC 控制柜根据上传的信息就可以自行判断高压开关柜是否具备启动条件，运行中当开关柜电流、电压参数出现过电流、过电压、欠电压异常时，系统分别设计报警或延时停车；

(3)闸阀、水射流抽真空装置的球阀，配水闸门阀位判断：由在其上面安装的行程开关来判断阀位置是处于关闭还是开启状态，行程开关提供的开关量信号传送到数字量输入模块，在模块内处理后传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送到 PLC 控制柜，以供 PLC 逻辑运算判断；

(4)真空泵球阀阀位判断：由在其上面安装的行程开关来判断阀位置是处于关闭还是开启状态，行程开关提供的开关量信号传送到数字量输入模块，在模块内处理后传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送到 PLC 控制柜，以供 PLC 逻辑运算判断；

(5)设备各个测温点温度的测量：电机定子绕组预埋了 Pt100 的电阻，电机轴承、水泵轴承也分别安装了温度探头，所测量的信号先传送到多路温度巡检仪，测算出温度信号后，通过 RS485 通讯方式，将数据传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送到 PLC 控制柜，以供计算机逻辑判断控制；

在 PLC 可编程序控制器中分别设定了电机定子、电机轴承、水泵轴承的上限温度，上限温度值为两级参数，当达到第一级温度时，系统报警并显示，当达到第二级温度时，控制系统自动停止水泵避免设备损坏，以上各点所测量温度，均能在控制系统的计算机界面上实时显示；

(6)压力传感器、负压传感器信号测量：开泵前应先将水泵腔体抽真空，在水泵的吸水管负压表上安装了负压传感器，其信号先传送到模拟量输入模块，再经现场数据总线传送到 PLC 控制柜，其负压值可实时测量，当负压值达到设定值时表示水泵已抽真空，水泵可以启动，否则水泵不能启动；在排水管的压力表上安装了压力传感器，其数据传送方式与路径与负压传感器相同；

(7)系统故障判断：PLC 控制柜依据在现场采集到的各种信息，判断排水系统中的各种参数数值，将采集到的参数数值与系统报警设定值相比较，如果数据异常，说明有故障，PLC 控制柜将驱动报警器报警并显示故障类别，根据程序设定要求停泵；

(8)根据吸水井水位情况自动控制水泵的启停及运行台数：在半自动或全自动运行方式下，当吸水井水位至设定值时，PLC 控制柜根据逻辑程序首选判断哪几台泵具备启动条件，自行选择其中一台泵按逻辑控制的指令，将其选定的水泵启动；水泵启动后，随时监测、运算系统的各种参数，当水泵开启后，如果吸水井水位下降的速度低于设定值，系统将在第一台水泵开启后半小时内自动开启另外一台水泵加大排水的能力，如果吸水井水位下降速度的仍达不到设定值，再启动一台水泵，直至吸水井水位下降速度满足设计值要求；当吸水井水位排至设定值时，PLC 控制柜控制按程序自动逐台顺序停泵；每台水泵的运行时间，PLC 控制柜计算机内均有记录并进行运算；当一台水泵累计工作到设定值后，系统将选择另外一台水泵运行；计算机可以根据逻辑运算结果轮流或交叉启动水泵，单台或多台运行，控制各水泵轮流工作，使每台水泵磨损程度均等，保证各台水泵的运行时间相当；

(9)根据吸水井水位，供电峰谷段时间划分情况，在 PLC 可编程序控制器中设置了避峰时间段，将此时间段输入 PLC 程序内，PLC 根据吸水井水位情况、吸水井水位上升速度情况，自动选择开泵时间、开泵台数，确保水泵运行合理，在排水安全和避峰时间之间，本着避峰时间服从排水安全的原则。

根据所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：在所述水泵电机回路中串入电抗器，在电机启动后将电抗器切除，电机投入正常运行。

根据所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：在吸水井内增设了一个投入式液位仪。

根据所述的井下中央泵房排水自动监控系统系统，其特征是：所用的闸阀电动机构是多回转阀门电动装置，其控制点有四个，分别为两个行程开关：电动阀开到位，电动阀关到位；两个转矩开关：开过转矩，关过转矩；这些接点均为常闭接点。

根据所述的井下中央泵房排水自动监控系统，其特征是：所述的排水自动监控系统采用三级控制结构，用户可以在地面调度室、PLC 控制柜以及就地控制箱完成对排水系统的监控；监控网络采用 PROFIBUS DP 现场数据总线与工业以太网相结合的形式；PLC 控制柜与远程扩展模块之间采用 PROFIBUS DP 现场数据总线通讯模式；地面调度室计算机与 PLC 控制柜之间的通信采用工业以太网。

本发明在简化操作工艺、减轻工人劳动强度、提高系统工作可靠性、降低设备事故率等方面取得了良好效果；本发明采用三级控制结构，用户可以在地面调度室、PLC 控制柜以及就地控制箱完成对排水系统的监控，排水系统工作方式为全自动运行、半自动运行、就地控制箱控制方式。同时能够实现供电削峰填谷节约电能。主要有有益效果如下：

- 1、根据吸水井水位等情况自动控制水泵的启停及运行台数。
- 2、控制各水泵轮流工作，使每台水泵磨损程度均等。
- 3、根据吸水井水位，供电峰谷段时间划分等情况，合理调度水泵运行，节省运行费用。
- 4、实时监测水泵及电机的工作参数。
- 5、具有故障报警、自动保护功能。
- 6、组网功能：通过光纤接入全矿综合自动化系统，利用局域网进行数据资源共享，实现遥测，遥信，遥控功能。

附图说明

图 1 为本发明中单台水泵的工作示意图。

图 2 为本发明井下中央泵房排水自动监控系统的方框图。

图3为本发明井下中央泵房排水自动监控系统的结构框图。

附图中：1、排水管；2、止回阀；3、真空表；4、压力传感器；5、离心水泵；6、真空表；7、负压传感器；8、吸水泵；9、配水阀门（正常处于开启状态）；10、投入式液位仪；11、超声波液位仪；12、底阀；13、吸水井；14、水仓；15、高压开关柜综保单元；16、井下中央变电所；17、PLC控制柜及触摸屏；18、工业以太网；19、PROFIBUS DP现场数据总线；20、中央泵房就地控制箱。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明：

一、概述、

矿井排水系统负责将井下涌水排至地面，一般由井下中央泵房集中将涌水排至地面；井下中央泵房排水系统能否可靠、有效地运行，将关系到整个矿井的排水安全乃至矿井安危。井下中央泵房排水系统一般由水泵及电机，水泵启动高压开关柜、水仓、吸水井、水泵抽真空装置（真空泵或水射流抽真空装置）、三阀（闸阀、止回阀、底阀；闸阀、止回阀安装在排水管路上、底阀安装在水泵吸水管末端），配水闸阀（安装在水仓与吸水井之间或吸水井与吸水井之间）以及排水管路等组成；中央泵房排水系统设备具有电机功率大、电压高、启动停止操作复杂、运行故障多发等特点。目前，我国矿井中央泵房水泵启动、停止、运行普遍采用人工手动操作，存在着劳动强度大、操作过程复杂，启动停止时间长、效率低等诸多不适应现代化矿井管理的问题。针对以上现状，本发明研发应用了井下中央泵房排水自动监控系统，该系统以枣矿集团滨湖矿井为研究对象，研发过程中广泛结合目前较先进的监控理论，工业计算机可编程序控制技术，传感技术等新技术较好的解决了上述问题；在简化操作工艺、减轻工人劳动强度、提高系统工作可靠性、降低设备事故率等方面取得了良好效果；同时能够实现供电削峰填谷节约电能。

二、排水系统设备情况

普通矿井中央泵房排水系统设备，其闸阀、配水闸阀、水射流抽真空装置均为手工操作，无电动执行机构；吸水井水位观测、水泵起停等操作均为人工方式。

为实现水泵自动化运行，本发明的水泵闸阀、配水闸阀、水射流抽真空

装置均具备手动、电动两种操作方式，并在其电动执行机构上安装了相应的行程开关。如图 1 所示，吸水井安装了超声波液位仪和投入式液位仪，水泵高压启动开关柜装备具有数据传输接口的电子综合保护单元，使开关柜具备实现自动化运行及远处监控的基本条件；水泵电机定子安装 Pt100 电阻，水泵轴承、电机轴承均安装温度传感器，在水泵吸水管上安装了超声波流量计和测量水泵真空度的负压传感器，水泵排水管安装了压力传感器。所有传感器及行程开关信号上传至对应的数字量输入模块或模拟量输入模块。为实现水泵自动化运行，本发明水泵闸阀、配水闸门、水射流抽真空装置均具备手动、电动两种操作方式，并在其电动执行机构上安装了相应的行程开关；吸水井安装了超声波液位仪和投入式液位仪，水泵高压启动开关柜装备具有数据传输接口的电子综合保护单元，使开关柜具备实现自动化运行及远处监控的基本条件；水泵电机定子安装 Pt100 电阻，水泵轴承、电机轴承均安装温度传感器，在水泵吸水管上安装了超声波流量计和测量水泵真空度的负压传感器，水泵排水管安装了压力传感器。所有传感器及行程开关信号上传至对应的数字量输入模块或模拟量输入模块。

本发明以中央泵房安装 5 台矿用多级离心水泵（MD280-65×9），配套 5 台电机（ykk5001-4，800KW，6KV），水泵排水流量为 280 立方米每小时，水泵扬程 585 米为实施例来对本发明作进一步说明。

当水泵启动时，为了减小电机的启动电流，在电机回路中串入电抗器，在电机启动后 6 秒，将电抗器切除，电机投入正常运行。系统所用的闸阀电动机构是多回转阀门电动装置，其控制点有四个，分别为两个行程开关：电动阀开到位，电动阀关到位；两个转矩开关：开过转矩，关过转矩；这些接点均为常闭接点。系统在水泵的进水段安装有负压表，用于在开泵前监测水泵的真空度，当负压表指示为-100Pa 时，表示已经达到真空，可以给电机送高压。在水泵的出水口安装有压力表，用来监测水泵高压合上而电动闸没有开启时的压力是否为 5.8MPa，当电动闸阀开了之后，压力应为 5.2MPa 左右。

三、排水自动监控系统设计功能要求

- 1、根据水仓水位等情况自动控制排水泵启停；
- 2、控制各泵轮流工作，使每台磨损程度均等；
- 3、根据水仓水位、供电峰谷段时间划分等情况，合理调度水泵运行，节省

运行费用；

4、实时监测水泵及其电机的工作参数。如：水泵流量、压力、轴温、电机温度、电机启动与工作电流等；

具有故障报警、自动保护等功能；

组网功能：通过光纤接入全矿综合自动化系统，利用局域网进行数据资源共享，实现遥测，遥信，遥控功能。

四、排水自动监控系统组成

系统由 PLC（可编程逻辑控制器）控制柜及其远程扩展模块、触摸屏、检测部分（模拟量和开关量输入模块、各种监测探头、行程开关、液位仪等）、执行部分等组成，井下中央泵房排水自动监控系统的方框图如图 2 所示。通过工业以太网与地面调度室计算机相连，地面调度室计算机也作为监控系统的一部分。PLC 可编程序控制器型号：西门子 S7.300。

五、排水自动监控系统结构

考虑到运行、维护特点，在地点上该系统采用三级控制结构，用户可以在地面调度室、PLC 控制柜以及就地控制箱完成对排水系统的监控。综合考虑系统对于实时性、可靠性以及传输距离等的要求，监控网络采用 PROFIBUS DP 现场数据总线与工业以太网相结合的形式。PLC 与远程扩展模块之间采用 PROFIBUS DP 现场数据总线通讯模式，PROFIBUS 是目前国际上通用的现场总线标准之一，符合 IEC 61158 国际标准以及 JB/T10308.3-2001 标准，其中所包含的 PROFIBUS DP 方式主站和从站之间采用轮循的通讯方式，主要应用于制造业自动化系统中单元级和现场级通信，具有较高的实时性和较高的可靠性；地面调度室计算机与 PLC 之间的通信采用工业以太网，工业以太网是基于 IEEE 802.3 (Ethernet) 的强大的区域和单元网络了，利用工业以太网，提供了一个无缝集成到新的多媒体世界的途径。这种结合 PROFIBUS DP 现场数据总线和工业以太网的网络结构可以兼顾提供可靠的现场控制平台和人性的上位机监控平台，符合工控领域的发展趋势。

用户在就地控制箱完成对于单台水泵运行方式的设定，可以将其设定为就地、半自动、全自动三种方式中的任意一个。当设定为全自动时，水泵将根据水位等条件自动启停。所以三级控制结构主要是针对就地和半自动两种方式。就地箱控制控制方式下，用户在就地箱完成对单台水泵的操作；半自

动方式分为触摸屏集控和调度中心集控两种（在触摸屏进行设定），分别对应触摸屏一键启停和集控中心一键启停。系统结构如图 3 所示。

1、就地箱控制控制

该控制方式主要方便用户对系统的执行机构进行维护，在该方式下，用户利用就地箱上的按钮及指示灯一对一的操作球阀、闸阀以及真空泵等，为保证维护人员的人身安全并防止他人对维护中设备进行误操作，将就地箱控制方式的控制级别设为最高级，在此方式下触摸屏以及集控中心水泵监控终端只能进行监测，操作无效。

2、半自动触摸屏集控

该控制方式下操作者在井下中央泵房的 PLC 控制柜的触摸屏上即可完成对每一台水泵的启停和状态监测，用户只需在触摸屏上按压启动/停止键，触摸屏将命令下达到 PLC 控制柜的中央处理单元模块，PLC 控制柜将根据控制逻辑完成对水泵的启动和停止。

3、半自动调度室集控

该控制方式下操作者在的地面调度室的计算机监控终端完成对每一台水泵的启停和状态监测，用户在操作终端下发启动/停止指令，指令由计算机服务器通过工业以太网下发到 PLC 控制柜，与半自动触摸屏集控相同，剩下的工作由 PLC 控制柜完成。

4、全自动方式

投入全自动运行的水泵完全由 PLC 控制柜控制，用户只需进行监测，水泵将按照水位等条件自动启停。

5、操作软件

为适应系统需要，井下和调度室各设一个操作终端。井下操作终端选用西门子 TP270 系列触摸屏，安装在 PLC 控制柜上，并与监控 PLC 进行组态，完成井下集中控制；调度室内选用性能稳定的研华工控机作为操作终端，终端通过通信服务器完成与井下监控 PLC 的通信，读取水泵当前工作状态、下发远程控制命令。

6、井下触摸屏操作终端

作为井下的控制终端，必须能够适应恶劣的现场环境并符合安全规程的要求，所选 TP270 系列触摸屏结构紧凑、采用 24V 直流供电，安全可靠。利

用 PROTOOL 开发工具开发操作软件，结合操作人员的日常工作范围，该操作软件集控制、监测及报警于一体，操作者在一个监控画面下即可完成对水泵的启、停控制、实时状态监测以及故障信息的读取，具有功能完善、操作简单的特点。

7、地面调度室操作终端

终端工控机作为地面调度室控制网络的一部分，能够方便得读取数据服务器中的信息，因此在具备井下操作终端的所具备的功能的基础上增加了历史数据、曲线等的记录和显示，方便操作员掌握设备一段时间内的运转情况，及时进行检修和维护。

六、排水泵启动停止操作程序

1、水泵启动条件：

(1)吸水井水位适中。

(2)水泵启动高压开关柜无故障，其断路器位置正常，供电系统电压在允许范围内。

(3)闸阀、水射流抽真空装置的球阀处于正确关闭位置。

(4)真空泵球阀处于正确关闭位置。

(5)设备各温度测量点温度正常。

(6)压力传感器、负压传感器等信号正常。

(7)系统无故障。

以上水泵启动条件由 PLC 控制柜计算机能够自行判断。

2、水泵启动条件的判断的手段和方法：（参见图 1）

(1)吸水井水位：

由吸水井安装的超声波液位仪进行测量，所测量的信号是一个连续信号，能够实时反映吸水井水位，从 0 米~6 米连续测量；我们在程序中设定，吸水井高水位 4.5 米时开泵，4.7 米时报警，最低水位 1.5 米停泵。而且这个设定值可以根据吸水井的淤煤泥情况进行调整，为提高水位测量的可靠性，我们还增设了一个投入式液位仪，二者相互备用。水位仪所测的水位信号先进入模拟量输入模块，再上传至 PLC 控制柜，随时在监控系统的计算机界面上显示。

(2)水泵启动高压开关柜状态监测：

水泵启动高压开关柜安装有电子综合保护单元（采用南瑞继保）开关柜的各种参数，电压、电流、功率、功率因数、开关柜断路器的位置等信号通过 RS485 通讯方式进入 PLC 控制柜（见图 2）PLC 控制柜根据上传的信息就可以自行判断高压开关柜是否具备启动条件，运行中当开关柜电流、电压等参数异常时（过电流、过电压、欠电压），系统分别设计报警或延时停车。

(3) 闸阀、水射流抽真空装置的球阀，配水闸门阀位判断：

由在其上面安装的行程开关来判断阀位置是处于关闭还是开启状态，行程开关提供的开关量信号传送到数字量输入模块，在模块内处理后传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送至 PLC 控制柜，以供 PLC 逻辑运算判断。

(4) 真空泵球阀阀位判断也是由安装在上面的行程开关来提供信号，其信号传送方式路径同闸阀。

(5) 设备各个测温点温度的测量：

电机定子绕组预埋了 Pt100 的电阻，电机轴承、水泵轴承也分别安装了温度探头，所测量的信号先传送到多路温度巡检仪，测算出温度信号后，通过 RS485 通讯方式，将数据传送到远程扩展模块，再经过现场数据总线传送至 PLC 控制柜，以供计算机逻辑判断控制。在 PLC 可编程序控制器中分别设定了电机定子、电机轴承、水泵轴承的上限温度，上限温度值为两级参数，当达到第一级温度时，系统报警并显示，当达到第二级温度时，控制系统自动停止水泵避免设备损坏，以上各点所测量温度，均能在控制系统的计算机界面上实时显示。

(6) 压力传感器、负压传感器信号：

开泵前应先将水泵腔体抽真空，在水泵的吸水管负压表上安装了负压传感器，其信号先传送到模拟量输入模块，再经现场数据总线传送到 PLC 控制柜，其负压值可实时测量，当负压值达到 -100Pa 时表示水泵已抽真空，水泵可以启动，否则水泵不能启动。在排水管的压力表上安装了压力传感器（压力变送器）其数据传送方式与路径与负压传感器相同，在水泵正常开启后，压力应在 5.2MPa 左右，如果压力低于 5MPa ，说明水泵已不能正常排水，系统报警延时 50 秒后停泵，以防水泵损坏。

(7) 系统故障判断：

PLC 控制柜依据在现场采集到的各种信息，判断排水系统中的各种参数数值，将采集到的参数数值与系统报警设定值相比较，如果数据异常，说明有故障，PLC 控制柜将驱动报警器报警并显示故障类别；例如过电流、欠电压、过电压、轴承温度超标、阀位不正常、水泵排水流量低等，根据程序设定要求必要时停泵。

3、水泵启动工艺流程

(1)全自动方式：

当排水系统工作方式选定为全自动时，系统启动程序以下：当吸水井水位低于 1.5 米时，系统自动启动开泵程序，首先 PLC 控制柜根据收集到的信息判断各种阀位处于正确位置，设备各测监点温度值正常、压力、负压信号值正常、高压启动开关柜断路器位置正常，电气参数正常后，判定水泵已具备启动条件。

首先 PLC 控制柜发生控制指令，命令水泵抽真空装置工作（水泵抽真空装置分为两种：一种是真空泵，一种是水射流装置，为保证抽真空装置工作正常，两种抽真空装置我们均都安装了，一套工作，一套备用；控制系统自行选择其中一套工作）PLC 工作指令经过对应的数据传送路径将指令传送到执行机构，抽真空装置工作，待水泵真空度达到 -100Pa 时，水泵高压开关柜自动启动送电，延时 2 秒，水泵排水管闸阀电动机构动作将闸门打开，待排水表压力稳定在 5.2MPa 时，说明水泵正常启动，排水开始，整个过程不需人工参与。

(2)半自动运行方式：

当系统运行方式选为半自动运行方式时，有两个操作界面可供选择一是地面调度室远程半自动运行，二是井下触摸屏半自动运行。当选为地面调度室远程半自动运行时（PLC 控制柜的所有数据通过以太网传至地面调度室内的计算机）操作人员在地面调度室计算机的屏幕上，点击某台水泵的启动按钮，则某台水泵自动启动，停止水泵也是如此，地面调度室的计算机可实时观测水泵的各种运行参数，如：电压、电流、功率、功率因数、水泵排水压力、水泵流量、运行时间、水泵排水流量、设备各温度测量点的温度等参数，故障情况、报警并显示故障类型，紧急情况也可自动停泵，PLC 控制柜按照预先设定的程序启动和停止水泵。

当半自动运行方式选为井下触摸屏集控时，操作人员在井下 PLC 控制柜的触摸屏上即可完成对每台水泵的启动停止和状态检查，只需在触摸屏上按启动停止键，PLC 控制柜就可根据控制程序完成流水泵的启动停止操作。

(3)当系统工作方式选为就地控制箱控制时，操作人员启动水泵时先检查水泵电机状态是否完好，各阀门位置是否正常、水位是否正常、电气参数是否正常等并判断能够开泵时，先按下抽真空装置的启动按钮（真空泵或水射流抽真空装置）抽真空装置的球阀打开，抽真空装置工作启动，待水泵真空度达到要求后，关闭抽真空装置的阀门，抽真空装置停止工作，按下水泵高压开关柜启动按钮，再按下闸阀开关按钮，水泵压力正常后，水泵启动成功。停泵时，先按下闸门关闭按钮，闸门关闭到位后，再按下水泵启动柜停止按钮，水泵停止运行，停泵结束，以上水泵的启动停止均在就地操作箱完成。

另外由于系统所选的闸门、阀门等均为手动电动两用，所以当电动机构失效时，排水系统可以在完全人工的方式下启动或停止水泵。

4、水泵运行状态监测；

排水系统设备各测量点所测量的信号，分别进入对应的数字量或模拟量输入模块，处理后进入 PLC 控制柜，在 PLC 控制柜的触摸屏上实时显示，排水系统的各种参数，例如，电机电压、启动电流、运行电流、功率、功率因数、排水压力，水泵排水流量，吸水井水位、各种阀门的开关状态，各种轴承温度、电机温度等以上参数通过以太网传送至地面调度室的计算机，在地面调度室计算机的操作屏幕上实时显示，如出现故障，系统报警并根据故障在设置了延时停泵功能。

5、水泵的停止：

(1)正常停泵，所谓正常停泵是指水泵工作正常并将吸水井水位排至最低时的停泵。当控制方式选为就地控制箱时，需人工按动闸门关闭按钮，再按下水泵开关柜停止按钮来停泵，当控制方式选为半自动运行或全自动运行时，无需人工操作，PLC 根据吸水井液位仪提供的水位信号，当水位排至最低时，自动将水泵按照逻辑运算控制的程序要求停止。

(2)故障停泵，

当排水系统设备出现故障，例如水泵电机超温、轴承超温、排水压力不正常、排水流量低于正常值 20%等情况时，计算机自动报警，当控制方式选

为就地控制箱时，需人工操作就地控制箱上的按钮停泵，当控制方式选为半自动或全自运行时，PLC 根据逻辑控制，延时自动停泵，保护设备。

七、排水系统设计要求功能的实现方案、流程。

1、根据吸水井水位等情况自动控制水泵的启停及运行台数。在半自动或全自动运行方式下，当吸水井水位至 4.5 米时；PLC 控制柜根据逻辑程序首先判断哪几台泵具备启动条件，自行选择其中一台泵按逻辑控制的指令，将其选定的水泵启动；水泵启动后，随时监测、运算系统的各种参数，当水泵开启后，如果吸水井水位下降的速度低于每小时 0.5 米时（此值为程序设定值也可以调整）系统将在第一台水泵开启后半小时内自动开启另外一台水泵加大排水的能力，如果吸水井水位下降速度的仍达不到每小时 0.5 米，再启动一台水泵，直至吸水井水位下降速度满足设计值要求。目的是保障矿井排水系统的排水能力与矿井实际涌水量相匹配，保障排水安全，当吸水井水位排至 1.5 米时，PLC 控制柜控制按程序自动逐台顺序停泵，两台水泵之间的启动或停止间隔时间 6 分钟。

2、控制各水泵轮流工作，使每台水泵磨损程度均等。

每台水泵的运行时间，PLC 控制柜监控系统的计算机内均有记录并进行运算；当一台水泵累计工作 10 小时后，系统将选择另外一台水泵运行；我们中央泵房安装有 5 台水泵，计算机可以根据逻辑运算结果轮流或交叉启动水泵，单台或多台运行，保证各台水泵的运行时间相当。

3、根据吸水井水位，供电峰谷段时间划分等情况，合理调度水泵运行，节省运行费用。在 PLC 可编程序设置了避峰时间，例如：上午 8：00～12：00 为用电高峰，将此时间段输入 PLC 程序内，PLC 控制柜计算机根据吸水井水位情况、吸水井水位上升速度等情况，计算机自动选择开泵时间、开泵台数，确保水泵运行合理，将吸水井的水位在 8：00 之前降低最低，使水泵运行时间避开 8：00～12：00，在 8：00～12：00 时间段如吸水井水位上升至 4.5 米则水泵仍然正常启动，确保排水安全。在排水安全和避峰时间之间，本着避峰时间服从排水安全的原则。

4、实时监测水泵及电机的工作参数。排水系统各测量点的各类探头、行程开关所测量的数据通过一定的传输方式和路径进入 PLC 控制柜在 PLC 控制柜的触摸屏上实时显示，通过以太网上传至地面调度室，在地面调度室的计

计算机屏幕上实时监测。

5、具有故障报警、自动保护功能；已在前面叙述。

6、组网功能：通过光纤接入全矿综合自动化系统，利用局域网进行数据资源共享，实现遥测，遥信，遥控功能。已在前面叙述。

上面所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述，并非对本发明的构思和保护范围进行限定，在不脱离本发明设计构思的前提下，本领域中普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变型和改进，均应落入本发明的保护范围。

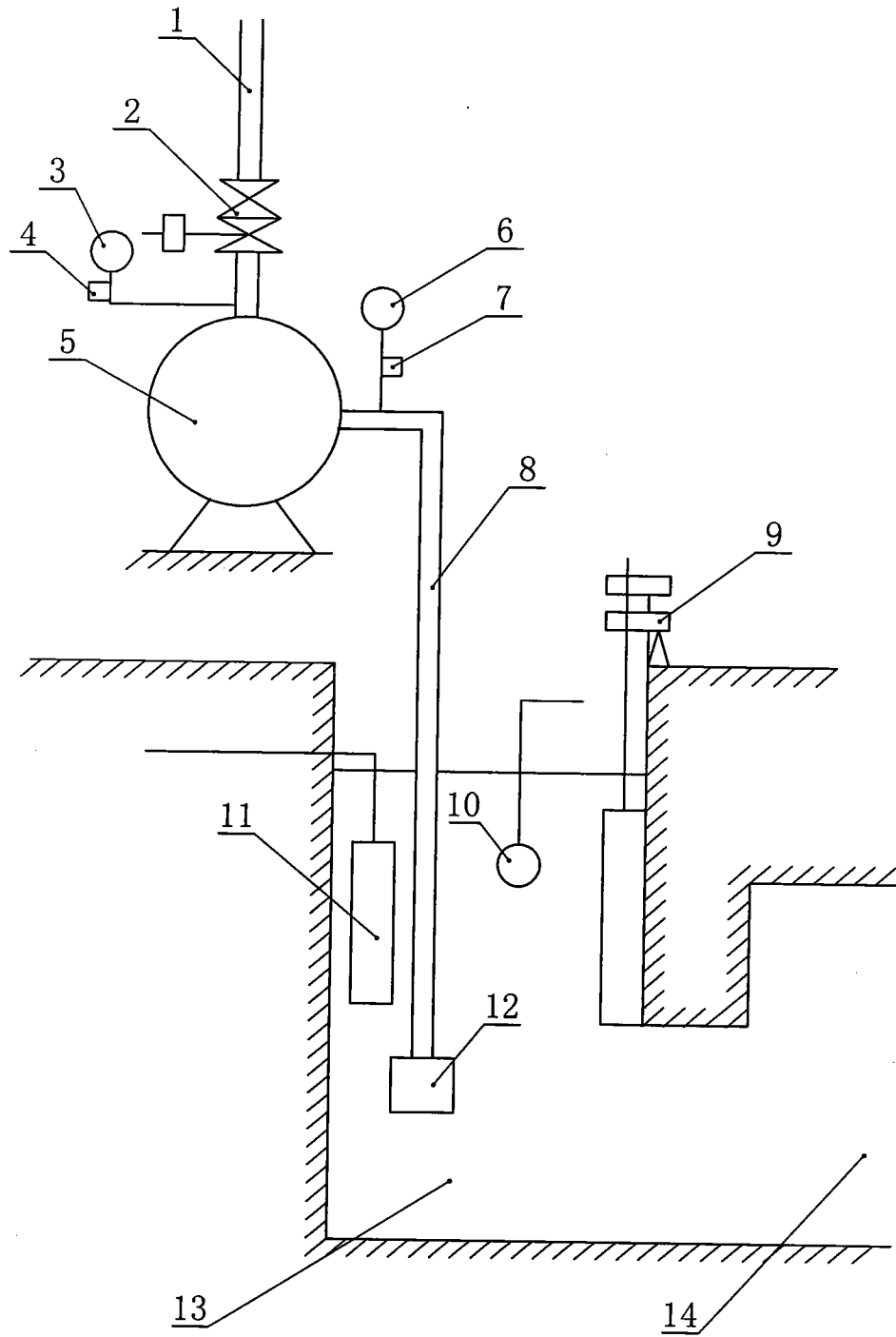


图1

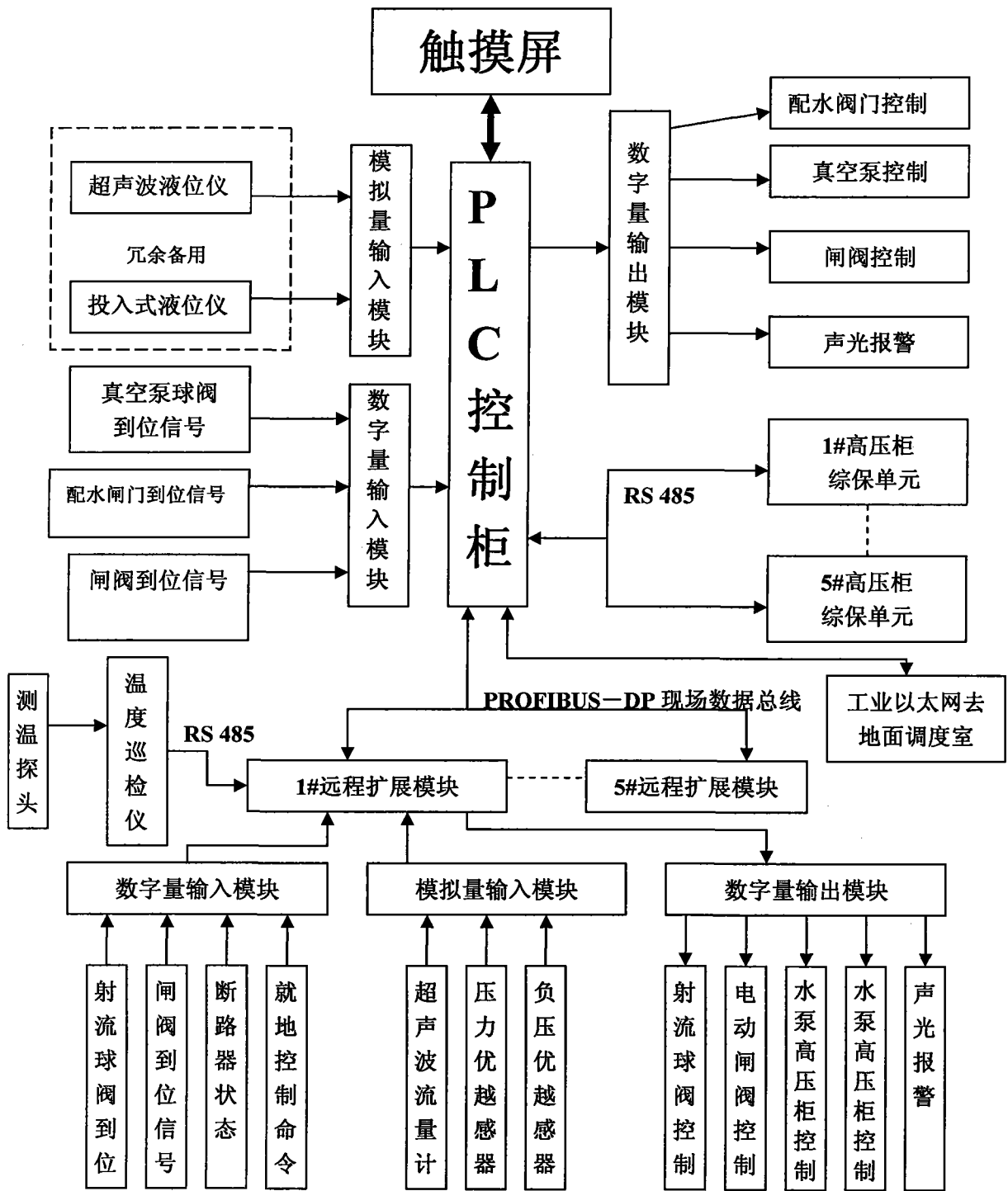


图 2

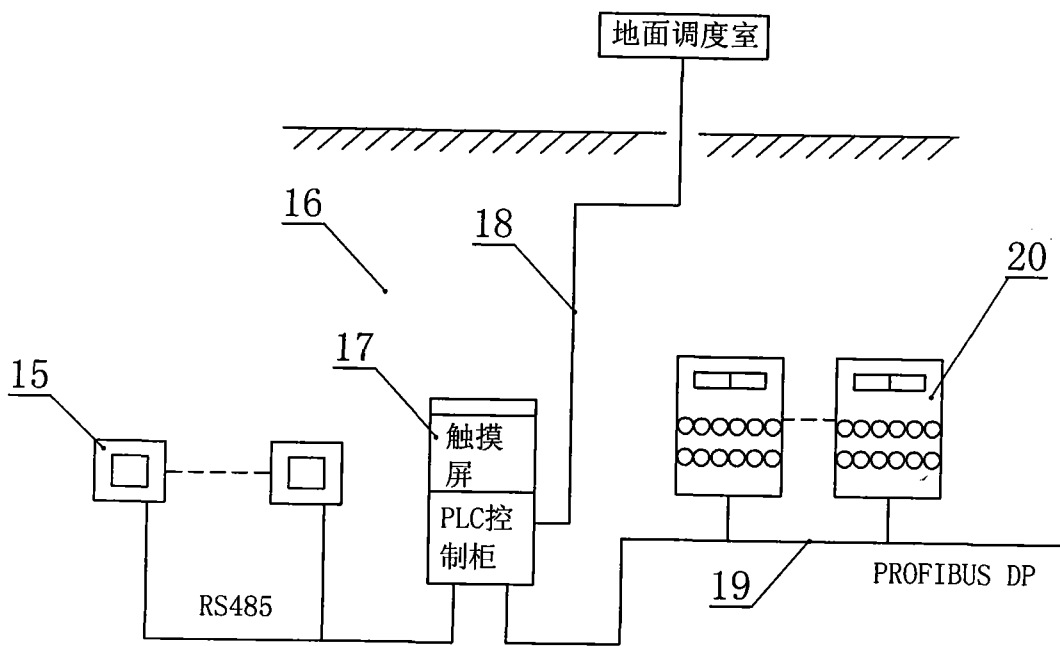


图3