



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114415583 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202111603589.0

(22) 申请日 2021.12.24

(71) 申请人 辽阳市弓长岭区瀚声矿业有限公司
地址 111000 辽宁省辽阳市弓长岭区安平乡何家村

(72) 发明人 车俊波 陈晓光 刘金生 汤明海
陈宝来 唐俊洪

(74) 专利代理机构 北京奇眸智达知识产权代理有限公司 11861

代理人 樊进茹

(51) Int. Cl.

G05B 19/05 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

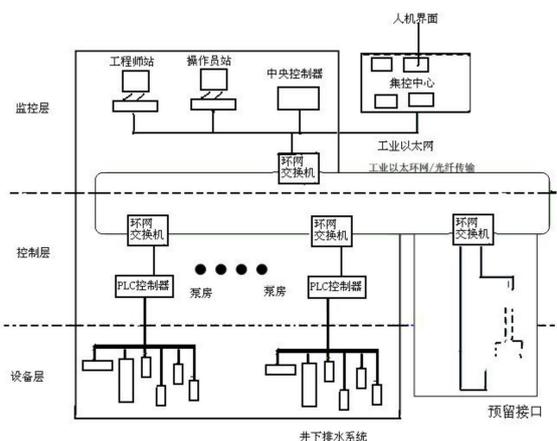
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

矿山泵房智能排水优化控制系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种矿山泵房智能排水优化控制系统及方法,包括PLC控制器,地面远程集控中心站,PC机,传输网络,传感器组成,数据采集系统,监测系统,报警系统,所述PLC控制器包括处理器CPU、通讯模板、数字输入模板、数字输出模板、模拟输入模板、电源模板、机架,所述传输网络采用工业以太网或PROFINET网络通讯方式,所述地面远程集控中心站设置有人机界面,控制方法采用建立中央监控层、PLC控制层、现场设备层三级控制模式,建立排水系统均匀磨损控制算法,峰谷电价差异对水泵排水优化管理方法,该方法可实现对矿井排水系统的自动化运行优化及保护控制,降低人员劳动强度,系统均匀磨损控制算法可延长设备使用寿命,从而满足系统可靠性和安全性的需求。



1. 矿山泵房智能排水优化控制系统,其特征在於,包括:PLC控制器,地面远程集控中心站,PC机,传输网络,传感器组成,数据采集系统,监测系统,报警系统,所述PLC控制器包括处理器CPU、通讯模板、数字输入模板、数字输出模板、模拟输入模板、电源模板、机架;所述传输网络采用工业以太网或PROFINET网络通讯方式;所述地面远程集控中心站设置有人机界面,所述数据采集系统用于采集水泵运行的电能参数,运行时间参数,所述监测系统包括设置在泵房的网络红外摄像头,对水泵本体,主排水管路,泵房内环境、控制柜设备的状态全方位监视,所述传感器组成包括流量传感器、振动传感器、温度传感器、电能检测仪表传感器,所述报警系统包括设置在水泵房、配电室及配电柜顶部的烟雾报警装置,接入PLC控制系统,用于实现自动报警。

2. 根据权利要求1所述的矿山泵房智能排水优化控制系统,其特征在於:所述每个水泵本体都设置有一套PLC控制器,与传感器组成电性连接。

3. 根据权利要求1所述的矿山泵房智能排水优化控制系统,其特征在於:该系统外部接口设备参数为:电源电压3AC 380V,电压波动范围为电压偏移 $\pm 7\%$,电压波动 $\pm 10\%$,电源频率为3相50Hz。

4. 如权利要求1所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其特征在於,其方法如下:远程集控中心采用IPC+PLC控制系统,包括中央监控层、PLC控制层、现场设备层三级控制模式,对各设备如主排水泵、引水回路、管路阀门、传感器、仪表进行管理和控制,中央监控层由地表建立集控中心,以工业控制计算机作为排水系统后台,实现排水泵房的集中操控和状态监控、PLC分站组态、程序管理;PLC控制层由PLC控制分站组成,在泵房机组PLC控制柜内设置独立的CPU,实现泵房的单独控制,在集控系统网络出现故障时,泵房能够单控操作,单个PLC分站实现对所属泵房排水设备的信号采集、启停控制、逻辑控制、状态监控功能;现场设备层由主排水泵、引水回路设备、管路阀门、传感器、仪表操作设备组成,在原有自动化感应器的基础上增加排水流量、温度、振动传感器,优化原驱动系统电能参数采集接口,实现水泵运行参数的采集与读取。

5. 根据权利要求4所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其特征在於:所述设备层与控制层通过远程I/O分站+硬接线方式连接,控制层与监控层通过100Mb/s高速工业以太环网实现相互连接,通过光纤介质接入集控中心及数据监控平台。

6. 根据权利要求4所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其特征在於:所述PLC控制器采用西门子公司S7-1200系列产品,配置主控CPU及数字量、模拟量卡件,具备数据采集及处理功能;CPU采用工业以太网、PROFINET多种网络通讯方式,增强扩展能力强,柜内配备光电以太网交换机、通过专用通讯网络与地面集控中心监控平台通讯,其中,数字量输入及输出,采用继电器进行隔离,防止因信号干扰引起的误动作;模拟量输入及输出采用模拟量隔离器进行隔离,可有效防止因现场干扰引起的故障,柜内安装电源模块、断路器、PLC、隔离器、中间继电器元件。

7. 根据权利要求4所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其特征在於:还包括采用对设备进行循环运行的方式在集控无人值守模式下,系统自动记录各台泵组的累计运行时间,并进行排序,下次启动时优先启动无故障、运行时间短的水泵投入使用。

8. 根据权利要求4所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其特征在於:还包括利用峰谷电价的差异对水泵排水进行优化管理的方法,根据峰谷电价制定矿井排水”

“避峰填谷”控制目标：在高峰段：不排水/少排水，多蓄水；在平时段：少排水；在低谷段：多排水。

矿山泵房智能排水优化控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能矿山生产技术领域,尤其涉及一种矿山泵房智能排水优化控制系统及方法。

背景技术

[0002] 随着智能化矿山的生产建设和发展,目前井下水泵已经实现了自动化控制,可根据液位实现水泵的自动启停,现有系统配置了压力、液位传感器,但是未配置流量、振动、温度、电能等检测仪表及传感器,无法为水泵提供完备的运行保护及数据统计功能,水泵的优化控制功能不完善,不利于设备的正常及长期可靠运行,水泵无法实现自动及优化运行控制运行参数的接入,因此,根据远程集控的需要,为了完善保护,应接入新的集控中心,以保证排水系统功能完整性,实现排水系统无人值守及智能化运行,对排水系统保护及控制功能规划和完善。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种矿山泵房智能排水优化控制系统及方法以解决现有井下水泵自动化控制无法实现对排水系统长期稳定运行得到保护和状态监测控制以及数据统计功能的问题。

[0004] 本发明所提出的矿山泵房智能排水优化控制系统,包括:PLC控制器,地面远程集控中心站,PC机,传输网络,传感器组成,数据采集系统,监测系统,报警系统,所述PLC控制器包括处理器CPU、通讯模板、数字输入模板、数字输出模板、模拟输入模板、电源模板、机架;所述传输网络采用工业以太网或PROFINET网络通讯方式;所述地面远程集控中心站设置有人机界面,所述数据采集系统用于采集水泵运行的电能参数,运行时间参数,所述监测系统包括设置在泵房的网络红外摄像头,对水泵本体,主排水管路,泵房内环境、控制柜设备的状态全方位监视,所述传感器组成包括流量传感器、振动传感器、温度传感器、电能检测仪表传感器,所述报警系统包括设置在水泵房、配电室及配电柜顶部的烟雾报警装置,接入PLC控制系统,用于实现自动报警。

[0005] 所述每个水泵本体都设置有一套PLC控制器,与传感器组成电性连接。

[0006] 该系统外部接口设备参数为:电源电压3AC 380V,电压波动范围为电压偏移 $\pm 7\%$,电压波动 $\pm 10\%$,电源频率为3相50Hz。

[0007] 一种如上所述的矿山泵房智能排水优化控制系统的控制方法,其方法如下:远程集控中心设置IPC+PLC控制系统,其中包括中央监控层、PLC控制层、现场设备层三级控制模式,实现对各设备如主排水泵、引水回路、管路阀门、传感器、仪表进行管理和控制,实现两个水泵房的远程状态监视及集中控制,所述中央监控层由地表建立集控中心,以工业控制计算机作为排水系统后台,实现排水泵房的集中操控和状态监控、PLC分站组态、程序管理;PLC控制层由PLC控制分站组成,在泵房机组PLC控制柜内设置独立的CPU,实现泵房的单独控制,在集控系统网络出现故障时,泵房能够单独操作,互不影响,单个PLC分站实现对所属

泵房排水设备的信号采集、启停控制、逻辑控制、状态监控功能；现场设备层由主排水泵、引水回路设备、管路阀门、传感器、仪表操作设备组成，在原有自动化感应器的基础上增排水流量、温度、振动传感器，升级改造原驱动系统电能参数采集接口，实现水泵运行参数的采集与读取。

[0008] 所述现场设备层与PLC控制层通过远程I/O分站+硬接线方式连接，控制层与中央监控层通过100Mb/s高速工业以太环网实现相互连接，通过光纤介质接入集控中心及数据监控平台。

[0009] PLC控制器采用西门子公司S7-1200系列产品，配置主控CPU及数字量、模拟量卡件，具备数据采集及处理功能；CPU采用工业以太网、PROFINET多种网络通讯方式，增强扩展能力强，柜内配备光电以太网交换机、通过专用通讯网络与地面集控中心监控平台通讯，其中，数字量输入及输出，采用继电器进行隔离，防止因信号干扰引起的误动作；模拟量输入及输出采用模拟量隔离器进行隔离，可有效防止因现场干扰引起的故障，柜内安装电源模块、断路器、PLC、隔离器、中间继电器元件。

[0010] 所述该方法还包括采用对设备进行循环运行的方式在集控无人值守模式下，系统自动记录各台泵组的累计运行时间，并进行排序，下次启动时优先启动无故障、运行时间短的水泵投入使用。

[0011] 所述还包括利用峰谷电价的差异对水泵排水进行优化管理的方法，根据峰谷电价制定矿井排水“避峰填谷”控制目标：在高峰段：不排水/少排水，多蓄水；在平时段：少排水；在低谷段：多排水。

[0012] 本发明所提出的矿山泵房智能排水优化控制系统及方法通过结合计算机技术PLC控制器，网络技术工业以太网、PROFINET等多种网络通讯方，自动控制技术、仪器仪表，实现对矿井排水系统的自动化运行及保护控制，完善水泵设备监测及运行数据监测，建立系统保护、故障预警和报警机制，并在井上、井下同步执行声光报警，实现无人化建设，降低人员的劳动强度，其中状态监测通过建立井上组态界面，对水泵状态进行实时监测和记录；对水泵调度及节能优化的管理是通过建立排水系统均匀磨损控制算法，进行水泵轮巡控制，延长设备使用寿命，从而满足系统可靠性和安全性的要求。

附图说明

[0013] 附图1为本发明所提出的矿山泵房智能排水优化控制系统及方法的整体层级架构图。

[0014] 附图2为本发明所提出的矿山泵房智能排水优化控制系统及方法优化排水管理避峰填谷执行流程图。

具体实施方式

[0015] 如图1、图2所示，一种矿山泵房智能排水优化控制系统，包括PLC控制器，地面远程集控中心站，PC机，传输网络，传感器组成，数据采集系统，监测系统，报警系统，所述PLC控制器包括处理器CPU、通讯模板、数字输入模板、数字输出模板、模拟输入模板、电源模板、机架等硬件设备，数字及模拟量检测通道具备15~20%的冗余，系统主要通信采用以太网，所用的需要配置信息模块以软件实现，无跳线及拨段开关，设备要求高度可靠，且各设备配件

可以互换。具体实施如下：

- [0016] 1) 数字输入模块 (DI) ，
- [0017] (1) 数字量输入:24V,DC干触点，
- [0018] (2) 模块级诊断功能，
- [0019] (3) 通道与背板间隔离,输入模块对于每个输入都有状态灯,底座式接线端子；
- [0020] 2) 数字输出模块 (DO)
- [0021] (1) 数字量输出:24V,0.5A,源型输出，
- [0022] (2) 模块级诊断功能，
- [0023] (3) 通道与背板间隔离,底座式接线端子；
- [0024] 3) 模拟输入模块 (AI)
- [0025] (1) 输入信号:4~20mA/DC、0~20mA/DC、0~10V/DC，
- [0026] (2) A/D转换器:16bit，
- [0027] (3) 模块级诊断功能，
- [0028] (4) 转换精度:满量程的0.2%，
- [0029] (5) 隔离方式:通道与背板间隔离，
- [0030] (6) 接线方式:端子型连接器接线。

[0031] 所述传输网络采用工业以太网或PROFINET网络通讯方式,所述地面远程集控中心站设置有人机界面,所述数据采集系统用于采集水泵运行的电能参数,运行时间参数,所述监测系统包括设置在泵房的网络红外摄像头,对水泵本体,主排水管路,泵房内环境、控制柜设备的状态全方位监视,所述传感器组成包括流量传感器、振动传感器、温度传感器、电能检测仪表传感器,其中流量传感器用于在线检测流体的平均速度,是测量体积流量的仪表。自带模拟量和标准通讯输出口,数据回传至PLC系统;温度传感器、振动传感器主要用于在线检测电机、水泵的振动值和温度。采用外贴式或磁吸式,安装与电机及水泵基座、传动侧轴端、电机外壳上。标准4~20ma信号输出;电能检测仪表传感器用于测量水泵电机电能、电压、电流、功率因数等信号。通过通讯或者模拟量回传至PLC系统,用于水泵保护及运行数据统计。

[0032] 所述报警系统包括设置在水泵房、配电室及配电柜顶部的烟雾报警装置,接入PLC控制系统,用于实现自动报警。

[0033] 所述远程集控中心采用IPC+PLC控制系统,包括中央监控层、PLC控制层、现场设备层三级控制模式,对各设备如主排水泵、引水回路、管路阀门、传感器、仪表进行管理和控制,中央监控层由地表建立集控中心,以工业控制计算机作为排水系统后台,实现排水泵房的集中操控和状态监控、PLC分站组态、程序管理;PLC控制层由PLC控制分站组成,在泵房机组PLC控制柜内设置独立的CPU,实现泵房的单独控制,在集控系统网络出现故障时,泵房能够单控操作,单个PLC分站实现对所属泵房排水设备的信号采集、启停控制、逻辑控制、状态监控功能;现场设备层由主排水泵、引水回路设备、管路阀门、传感器、仪表操作设备组成,在原有自动化感应器的基础上增加排水流量、温度、振动传感器,优化原驱动系统电能参数采集接口,实现水泵运行参数的采集与读取。

[0034] 所述设备层与控制层通过远程I/O分站+硬接线方式连接,可大量降低施工量和减少电缆长度,电缆依据国家相关标准和使用环境合理选用,所述控制层与监控层通过

100Mb/s高速工业以太环网实现相互连接,实现“管控一体化”。通过光纤介质接入新建集控中心及数据监控平台。

[0035] 其中,PLC控制器采用西门子公司S7-1200系列产品,配置主控CPU及数字量、模拟量卡件,具备数据采集及处理功能,CPU具有工业以太网、PROFINET等多种网络通讯方式,扩展能力强,柜内配备光电以太网交换机,通过专用通讯网络与地面集控中心监控平台通讯,其中,数字量输入及输出,采用继电器进行隔离,防止因信号干扰引起的误动作;模拟量输入及输出采用模拟量隔离器进行隔离,可有效防止因现场干扰引起的故障。柜内安装电源模块、断路器、PLC、隔离器、中间继电器等元件。

[0036] 其中集控中心站以工业PC工作站作为硬件平台,实现水泵房控制系统PLC系统组态、控制程序管理,人机界面管理等,实现水泵发人机界面运行及实现人机对话功能,可以实现两个水泵房的远程状态监视及集中控制,PC工作站具有与PLC的通讯接口,可对控制系统内的PLC进行编程,具有排水系统的监控功能,监控计算机能通过以太网接口,上传监控参数,支持远程操控;监控系统具备设备运行数据的准确显示及存储;能够以报表、曲线、图型等方式显示系统运行的实时参数及运行情况,可实现排水系统动、静态画面生成,如:设备概况、供电系统工作状态、运行过程动态、速度运行动态曲线、电流动态曲线、水仓水位实时曲线保护系统的各种类保护动作状态、辅助设备的运行状态等。

[0037] 人机界面采用图形、趋势图和数字形式直观地显示排水管路的压力和瞬时流量,水泵电机的电参数,通过水泵机组预埋的振动、温度探头采集显示水泵轴承、电机振动、温度等动态值,超限报警,自动记录故障类型、时间等历史数据,以提醒巡检人员及时检修,用实时趋势图方式和数字形式准确实时地显示供水量和电量时、月、年累计,能形成水电统计报表,对整个系统正常运行时的所有参数,例如:电压、电流、振动、温度、压力、流量、功率等建立正常运行档案,在系统运行过程中,运行参数与标准参数进行比较,超出报警值时则发出报警信号,同时采取相应的保护动作。其中报警系统具有故障报警及保护功能,当运行的实时参数值发生变化但又没有到达报警阈值时,则发生预警,但系统不做任何保护动作。涉及到系统安全运行的保护信号,到达保护阈值后,系统自动触发保护动作,并发出报警信号,故障报警显示、记录,能显示和打印故障种类,发生时间、原因、故障解除时间等,并提供相应的诊断信息。

[0038] 监控系统提供部分人机交互信号,执行操作数据的下传,如通过画面中按钮和开关实现对控制系统内某些保护的投切操作,对控制系统进行相关参数设置等操作,能够累计计算各水泵的运行时刻和累计运行时间等参数。记录过去某时刻系统所处的运行状态,并记录操作员的操作过程。该系统还具有安全登录和密码保护功能:设计监控对应多个操作级别,对各个级别的操作都设置密码,并能记录操作人员工号、操作内容、时间等,分为工程师站和操作员站,防止非法操作,确保排水设备安全有序运行。对于关键设备的启停控制,设置管理员登录管理功能,只有具备操作权限的人员才能在监控计算机上对设备进行远程操控,有效防止非法操作及误操作。

[0039] 由于系统长期运行,泵组容易造成设备疲劳、磨损快、寿命短,需要对设备进行循环运行,达到均匀磨损的目的,在集控无人值守模式下,系统自动记录各台泵组的累计运行时间,并进行排序,下次启动时优先启动无故障、运行时间短的水泵投入使用,这样就实现了水泵的均匀磨损,能最大程度上延泵组的使用寿命。

[0040] 另外,在保证安全生产的前提下为了节能降费,利用峰谷电价的差异对水泵排水进行优化管理,根据峰谷电价很容易制定矿井排水“避峰填谷”控制的目标:

[0041] 1) 在高峰段:不排水/少排水,多蓄水;

[0042] 2) 在平时段:少排水;

[0043] 3) 在低谷段:多排水。

[0044] 为了保证矿井排水系统无人值守自动控制系统运行安全有效,将水仓划分为4段:超低水位 H_{LL} 、低水位 H_L 、高水位 H_H 、超高水位 H_{HH} ,如图2所示。

[0045] 工作水位:设定低水位 H_L 、高水位 H_H 是水仓正常工作水位,在进行自动排水控制时,水位应保持在低水位 H_L 、高水位 H_H 之间。

[0046] 报警水位:设定超低水位 H_{LL} 、超高水位 H_{HH} 是异常警报水位,在超低水位时,所有泵必须停止工作;在超高水位时,不管在任何时段,必须启动水泵,控制水位在超高水位之下。

[0047] 通过引入矿井排水系统涌水量,建立系统准确数学模型及决策方法,并结合矿井无人值守自动控制技术可以达到以下优点:

[0048] 1) 通过数据处理,估算出了矿井排水系统涌水量,为矿井排水决策提供依据;

[0049] 2) 建立了准确的矿井排水数学模型,并用模型计算出不同时段下投入水泵数量 n ,避峰填谷结果更准确合理,节能降费效果更明显;

[0050] 3) 实现方法简单,便于实现自动化、无人化控制,且添加附加装置较少;

[0051] 4) 设置工作水位、报警水位可有效保证系统安全运行;

[0052] 5) 通过准确的数学模型,可有效的避免水泵投入与切除的抖动现象。

[0053] 本发明所提出的矿山泵房智能排水优化控制系统及方法结合计算机技术PLC控制器,网络技术工业以太网、PROFINET等多种网络通讯方,自动控制技术、仪器仪表,实现对矿井排水系统的自动化运行及保护控制,完善水泵设备监测及运行数据监测,建立系统保护、故障预警和报警机制,并在井上、井下同步执行声光报警,实现无人化建设,降低人员的劳动强度,其中状态监测通过建立井上组态界面,对水泵状态进行实时监测和记录;对水泵调度及节能优化的管理是通过建立排水系统均匀磨损控制算法,进行水泵轮巡控制,延长设备使用寿命,从而满足系统可靠性和安全性的要求,具有广泛的社会效益和经济效益。

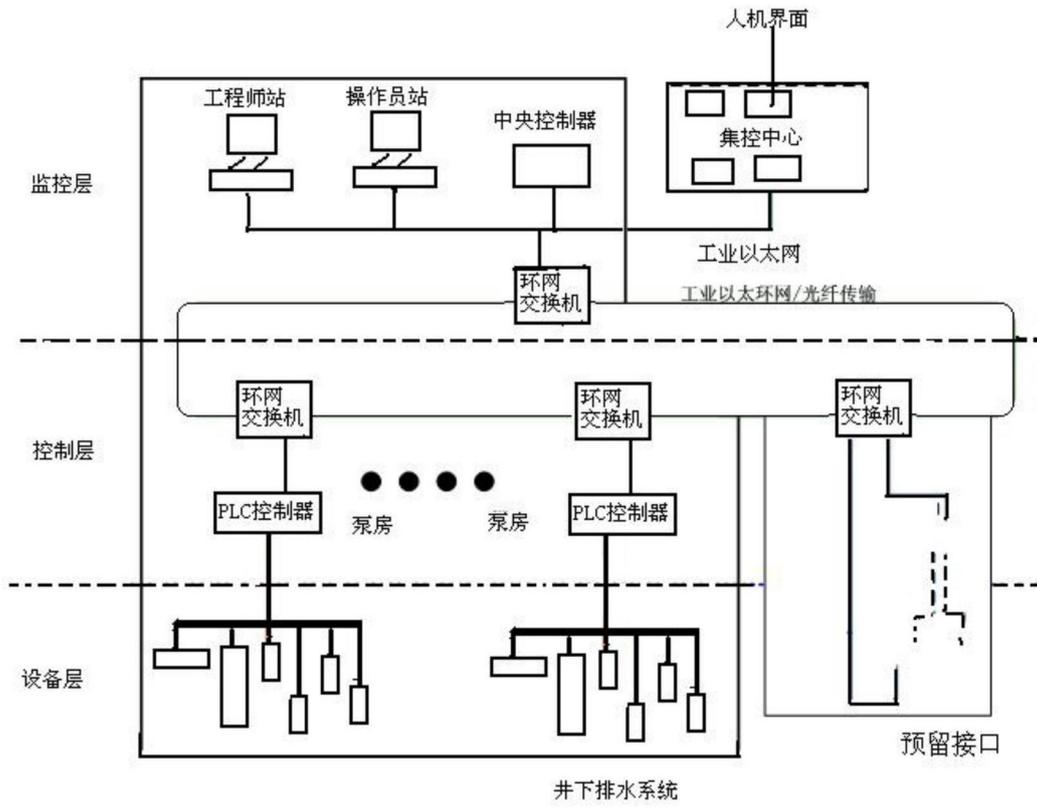


图1

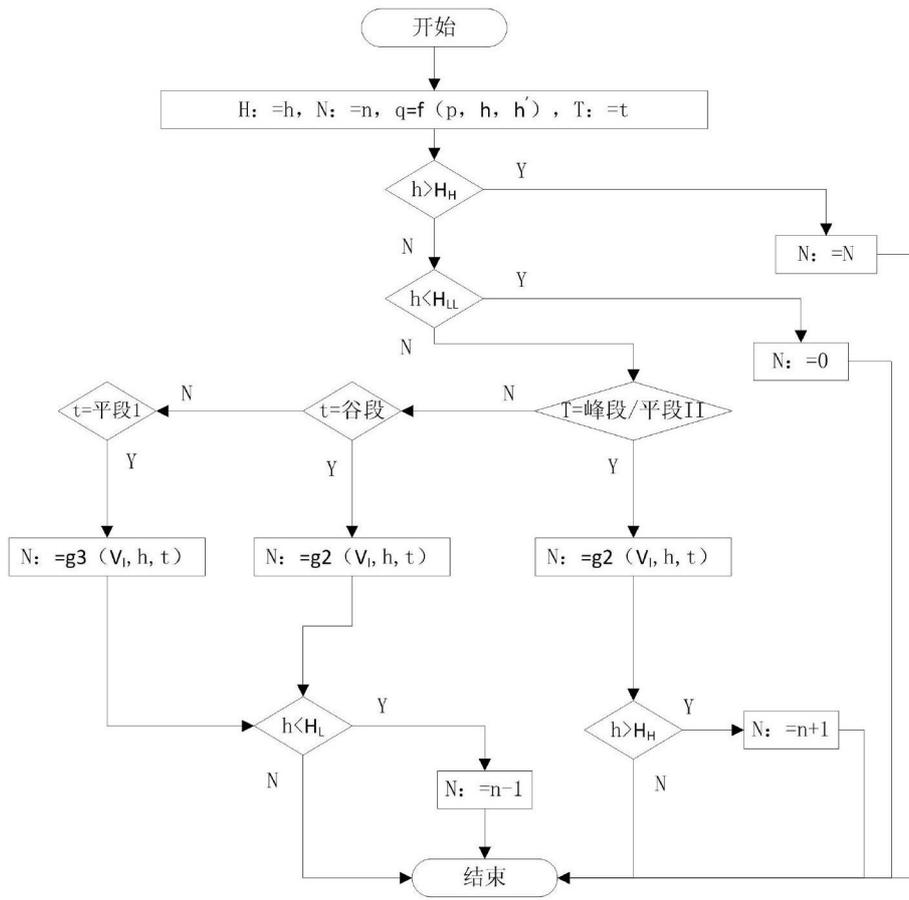


图2