

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102074932 A

(43) 申请公布日 2011.05.25

(21) 申请号 201110002030.2

(22) 申请日 2011.01.06

(71) 申请人 广东省韶关钢铁集团有限公司

地址 512123 广东省韶关市曲江区

申请人 广东韶钢松山股份有限公司

(72) 发明人 徐兰升 田海波 钟立新

(74) 专利代理机构 深圳市永杰专利商标事务所

(普通合伙) 44238

代理人 陈小耕

(51) Int. Cl.

H02H 7/085(2006.01)

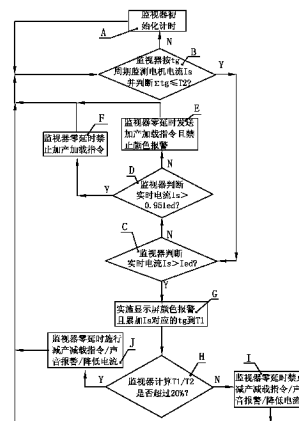
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种电机载荷监控法以及电机载荷监控系统

(57) 摘要

本发明涉及一种电机载荷监控法以及电机载荷监控系统, 载荷监控系统包括电流监测装置、继电保护装置及其断路器电路、电流调节器, 电流监测装置的输入端与断路器电路通过电缆相连接, 而监控系统还包括: I/O 接口、可编程逻辑控制器 PLC、中控室的电脑/显示屏/声音报警器, 中控室电脑与 PLC 通过高速以太通讯网络相连接, PLC 与 I/O 接口、电流监测装置的输出端通过工业现场总线相连接, I/O 接口还与断路器电路受控端、电流调节器受控端通过通信线缆相连接。本发明电机载荷监控系统可以在传统继电过载保护时限之内, 对电机载荷进行实时监控, 能及时合理地向中控室发出报警信号、且自动发出合理载荷的操作指令, 从而避免电机过载运行, 杜绝过载停产事故发生。



1. 一种电机载荷监控法,采用监视器监控电机及其额定电流  $I_d$ ,其包括如下步骤:A:初始化计时;

B:按  $t_g$  周期监测电机的实时电流  $I_s$ 、累计  $t_g$ ,并判断是否  $\Sigma t_g \leq$  设定的过载断电时限  $T_2$ ,如判断为否,转向步骤A,如判断为是,转向步骤C;

C:判断是否实时电流  $I_s > I_d$ ,如否,转向步骤D,如是,转向步骤G;

D:判断是否实时电流  $I_s > X\% I_d$ ,如否,转向步骤E,如是,转向步骤F,所述X取值为93-97;

E:零延时发送加产加载荷指令且禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤B;

F:零延时禁止加产加载荷指令、然后转向步骤B;

G:零延时实施显示屏颜色报警、且累计超额电流对应的  $t_g$  到  $T_1$ ,转向步骤H;

H:计算、判断是否  $T_1/T_2 > Y\%$ ,如是,转向步骤J,如否转向步骤I,所述Y取值为18-22;

I:零延时禁止减产减载荷/降低电流指令、禁止声音报警,然后转向步骤B;

J:零延时发送减产减载荷/降低电流指令、声音报警,然后转向步骤B。

2. 如权利要求1所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述步骤E分步执行为:在先步骤E1:零延时禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤E2,中间步骤E2:监测有否人为加产加载荷指令,如判断为是,转向步骤B,如判断为否,转向步骤E3;在后步骤E3:零延时发送加产加载荷指令、然后转向步骤B。

3. 如权利要求1所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述步骤J分步执行为:在先步骤J1:零延时实施声音报警、然后转向步骤J2,中间步骤J2:监测有否人为减产减载荷指令,如判断为是,转向步骤B,如判断为否,转向步骤J3;在后步骤J3:零延时发送减产减载荷/降低电流指令,然后转向步骤B。

4. 如权利要求1-3之一所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述X取值为95;所述  $T_2$  取值为15-120秒。

5. 如权利要求1-3之一所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述Y取值为20。

6. 如权利要求1-3之一所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述  $t_g$  取值为0.1-1.0秒,所述  $T_2$  取值为30秒。

7. 如权利要求1-3之一所述的电机载荷监控法,其特征在于:所述监视器按  $t_z$  周期,重复地从步骤A开始执行所述监测步骤,  $t_z$  为  $T_2$  的  $1/30-1/10$ 。

8. 一种采用如权利要求1-7之一所述电机载荷监控法的电机载荷监控系统,其包括电流监测装置、电机的继电保护装置及其断路器电路、控制电机电流的电流调节器,所述电流监测装置的输入端与所述断路器电路通过电缆相连接,其特征在于:所述监控系统还包括:I/O接口、可编程逻辑控制器PLC、中控室的电脑/显示屏/声音报警器,所述中控室电脑与PLC通过高速以太通讯网络相连接,所述PLC与I/O接口、电流监测装置的输出端通过工业现场总线相连接,所述I/O接口还与所述断路器电路受控端、电流调节器受控端通过通信线缆相连接。

9. 如权利要求8所述的电机载荷监控系统,其特征在于:所述继电保护装置包括控制电机过载断电时限  $T_2$  和额定电流  $T_d$  的单片机、信号入口、指令出口,所述断路器电路受控端还与所述指令出口相连接,所述电流监测装置输出端还与所述信号入口相连接。

10. 如权利要求 1 所述的电机载荷监控系统,其特征在于:所述电机为驱动矿粉立磨的高压电机;所述电流调节器包括串连在所述电机转子回路中的液体电阻、连续调节液体电阻的移动电极及阻值的调节装置,所述调节装置包括接触器和受其控制的驱动移动电极的驱动器。

## 一种电机载荷监控法以及电机载荷监控系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机电控制装置,更具体地说,本发明涉及一种调控工业电机载荷的机电控制装置。

### 背景技术

[0002] 冶金工业领域中广泛装备有大功率高压电机,其安全运转对于企业安全生产和正常经营至关重要,为此,通常采用高压继电保护系统确保高压电机进行高效正常的运行。

[0003] 传统高压继电保护系统,其电路包括单片计算机 MC,其控制原理为:检测电路采集电机运行的电压\电流的各种信号,经继电保护系统内 MC 等电路分析计算后向电机供电电路发出数值输出指令进行控制,但其载荷保护功能主要为电流速断保护和过载保护。电流速断保护:即在线路出现大电流如短路时的保护,超限定值则零延时断开电路;过载保护:即在继电保护系统中设置过载保护时限(即本技术方案中的 T2)、及约 1.3 倍额定电流的限定值;如果电流持续超过限定值达到保护时限,高压继电保护装置就向供电电路发出数值输出指令、实施过载停机保护。由于要躲过电机启动过电流的时段、以避免控制指令干扰电机正常启动,继电过载保护时限必须设置为大于电机的启动时间,这样一来,传统的过载保护方法只能是电机过载较严重时的一种停机保护措施。

[0004] 传统微机式高压继电保护系统中设置的过载保护(或简称为继电过载保护),不能预示额定电流向限值电流变化的过流趋势,也无法提前介入和自动调节高压电机的负载,从而造成中控室的操作员也无法适时调整电机负载,造成电机较长时间的过载(间断脉冲式)运行,但这种过载脉冲持续时间又小于传统系统设定的过载保护时限,达不到继电过载保护动作的条件,然而这段过载运行时间如持续太长,电机温升累积会导致电机绝缘损坏,甚至造成电机驱动的减速机因过载损坏,严重影响生产全局。

[0005] 目前国内有几十条矿渣微粉生产线,其磨机主传动都采用液体电阻(俗称水电阻)调速的高压电机,而控制系统均采用传统的高压继电保护系统。生产实践表明:上述传统高压继电保护系统调控的磨机电机经常因过载导致绝缘损坏等故障,其中一例一年之内因过载共发生绝缘损坏及后续故障四次,造成停产 120 小时,直接经济损失 216 万元,严重影响和制约了企业的生存和发展。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的上述缺点,本发明的目的是要提供一种电机载荷监控法以及电机载荷监控系统,其具有如下优点:可以在传统继电过载保护时限之内,对电机载荷进行实时监控,能及时合理地向中控室发出报警信号、且自动发出合理载荷的操作指令,从而避免电机过载运行,杜绝过载停产事故发生。

[0007] 为此,本发明的技术解决方案之一是一种电机载荷监控法,其采用监视器监控电机及其额定电流  $I_d$ ,其包括如下步骤:

[0008] A:初始化计时;

[0009] B:按  $t_g$  周期监测电机的实时电流  $I_s$ 、累计  $t_g$ ,并判断是否  $\Sigma t_g \leq$  设定的过载断电时限  $T_2$ ,如判断为否,转向步骤 A,如判断为是,转向步骤 C;

[0010] C:判断是否实时电流  $I_s > I_d$ ,如否,转向步骤 D,如是,转向步骤 G;

[0011] D:判断是否实时电流  $I_s > X\% I_d$ ,如否,转向步骤 E,如是,转向步骤 F,所述 X 取值为 93-97;

[0012] E:零延时发送加产加载荷指令且禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤 B;

[0013] F:零延时禁止加产加载荷指令、然后转向步骤 B;

[0014] G:零延时实施显示屏颜色报警、且累计超额电流对应的  $t_g$  到  $T_1$ ,转向步骤 H;

[0015] H:计算、判断是否  $T_1/T_2 > Y\%$ ,如是,转向步骤 J,如否转向步骤 I,所述 Y 取值为 18-22;

[0016] I:零延时禁止减产减载荷 / 降低电流指令、禁止声音报警,然后转向步骤 B;

[0017] J:零延时发送减产减载荷 / 降低电流指令、声音报警,然后转向步骤 B。

[0018] 本发明电机载荷监控法,采用监视器周期性地对电机电流进行实时监测,并且创造性地采用精细设定的电流过载程度值  $X\%$ 、过载时间持续百分率参数  $T_1/T_2$  及其限定比率  $Y\%$ ,对电机负载做功的工况进行精细监测调控,从而能够在传统继电过载保护时限之内,更为精确、及时、合理、自动地发出操作指令,调增 / 调减电机乃至其前后配套设备的负载工况,实现合理减产降载,且能及时合理地向中控室发出报警信号,从而有效避免电机过载运行,基本杜绝过载停产事故发生;由于本发明电机载荷监控法能确保电机乃至前后配套设备在继电保护过载限度以下运行,且能在继电保护过载限度以下的运行空间中调增 / 调减电机及其前后配套设备的负载工况,从而大幅提高监控的精确性、合理性、及时性和自动化程度。

[0019] 本发明监控法可结合利用企业普遍装备的 DCS 集散控制系统(或曰分布式控制系统),在中控室操作员站的显示屏画面上绘制出三根不同的颜色的趋势曲线:高压电机的实时电流  $I_s$  趋势曲线、额定电流  $I_d$  直线、过载保护时限内的过载持续率  $T_1/T_2$  趋势曲线,供非电气专业的中控操作员随时直观地监测和人工干预调控。

[0020] 本发明监控法在有关企业较长时间试运行以来,矿粉立磨设备主电机和需要设备的过载现象得到有效控制,长周期运行稳定,再没发生过载停产故障,年经济效益在 200 万元以上。与此比较,同期未作上述改造的国内矿渣粉生产线,相继出现立磨设备主传动电机等故障,甚至损坏减速机,电机返回电机制造厂维修,严重影响了企业生产的正常进行。

[0021] 由上述优点可见,本发明监控法,对于类似设备、类似场合都具有实施推广应用的前景,更为业界改造和建设矿渣微粉生产线的磨机主传动控制提供了一个方便实用的监控方案。

[0022] 为进一步提供人工干预调控的多种通道,优化易操作性、灵活性,本发明监控法包括如下的具体改进:

[0023] 所述步骤 E 分步执行为:在先步骤 E1:零延时禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤 E2,中间步骤 E2:监测有否人为加产加载荷指令,如判断为是,转向步骤 B,如判断为否,转向步骤 E3;在后步骤 E3:零延时发送加产加载荷指令、然后转向步骤 B。

[0024] 所述步骤 J 分步执行为:在先步骤 J1:零延时实施声音报警、然后转向步骤 J2,中间步骤 J2:监测有否人为减产减载荷指令,如判断为是,转向步骤 B,如判断为否,转向步骤

J3 ;在后步骤 J3 :零延时发送减产减载荷 / 降低电流指令,然后转向步骤 B。

[0025] 为进一步优化对电机监测的实时性、调增调减的合理性、精确性、适时性,本发明监控法包括如下的具体改进:

[0026] 所述 X 取值为 95 ;所述 T2 取值为 15-120 秒。所述 Y 取值为 20。

[0027] 所述 T2 取值为 30 秒,所述  $t_g$  取值为 0.1-1.0 秒。

[0028] 为增加本发明方法调用的频密度,补偿 T2 周期中的检测空挡,从而进一步提升电机监测的实时性、调增调减的合理性、精确性、适时性,本发明监控法包括如下的具体改进:

[0029] 所述监视器按  $t_z$  周期,重复地从步骤 A 开始执行所述监测步骤, $t_z$  为 T2 的  $1/30-1/10$ 。

[0030] 相应地,本发明的另一技术解决方案是一种采用如上所述电机载荷监控法的电机载荷监控系统,其包括电流监测装置、电机的继电保护装置及其断路器电路、控制电机电流的电流调节器,所述电流监测装置的输入端与所述断路器电路通过电缆相连接,而所述监控系统还包括:I/O 接口、可编程逻辑控制器 PLC、中控室的电脑 / 显示屏 / 声音报警器,所述中控室电脑与 PLC 通过高速以太通讯网络相连接,所述 PLC 与 I/O 接口、电流监测装置的输出端通过工业现场总线相连接,所述 I/O 接口还与所述断路器电路受控端、电流调节器受控端通过通信线缆相连接。

[0031] 本发明监控系统可在原有的高压继电保护系统和执行机构的基础上,结合利用冶金企业普遍都装备的 DCS 集散控制系统,增设了 I/O 接口、显示屏 / 声音报警器,可在原 DCS 集散控制系统上非常简单便捷地运行本发明的电机载荷监控法,从而可以在传统继电过载保护时限之内,对电机过载进行高度实时的监控,自动发出合理载荷的操作指令、且能及时合理地向中控室发出报警信号,在中控室操作员站的显示屏画面上绘制出三根不同的颜色的趋势曲线:高压电机的实时电流  $I_s$  趋势曲线、额定电流  $I_d$  直线、以及过载保护时限内的过载持续率  $T1/T2$  趋势曲线,供非电气专业的中控操作员直观地随时监测和人工干预调控,因而能够有效避免电机过载运行,杜绝过载停产事故发生,且能在过载限度以下广阔的运行空间中调增 / 调减电机及其前后配套设备的负载工况,大幅提高监控的精确性、合理性、及时性和自动化程度;而且,本发明监控系统充分利用冶金企业原来普遍装备的 DCS 集散控制系统,结构简单、实施容易,具有广阔推广前景。

[0032] 为进一步发挥继电保护装置与 DCS 集散控制系统各自监控处理的优势性、配合性、信号指令传输的有序性、指令执行的合理性、有效性,本发明监控系统包括如下的具体改进:

[0033] 所述继电保护装置包括控制电机过载断电时限 T2 和额定电流  $I_d$  的单片机、信号入口、指令出口,所述断路器电路受控端还与所述指令出口相连接,所述电流监测装置输出端还与所述信号入口相连接。

[0034] 为进一步增加在冶金领域推广应用的适应性,本发明监控系统包括如下的具体改进:

[0035] 所述电机为驱动矿粉立磨的高压电机;所述电流调节器包括串连在所述电机转子回路中的液体电阻、连续调节液体电阻的移动电极及阻值的调节装置,所述调节装置包括接触器和受其控制的驱动移动电极的驱动器。

[0036] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

### 附图说明

[0037] 图 1 为本发明电机载荷监控系统实施例所监控的矿粉立磨的主示意图。

[0038] 图 2 为图 1 的 A-A 向剖视的示意图。

[0039] 图 3 为本发明电机载荷监控系统实施例的电路方框示意图。

[0040] 图 4、5 分别为本发明过载监控法实施例 1、2 的方框示意图。

### 具体实施方式

[0041] 矿粉立磨实施例：

[0042] 如图 1、2，所示分别为本发明电机载荷监控系统实施例所监控的矿粉立磨的主示意图和 A-A 向剖视示意图。立磨包括主传动的电机 10，减速机 11，磨盘 12，磨辊 13，磨辊的液压拉杆 14。立磨工作时，矿渣原料 KZ 从立磨正上方喂送到磨盘 12 中心，主传动电机 10 通过减速机 11 带动磨盘 12 旋转（如磨盘 12 周边箭头所示），被液压拉杆 14 压紧固定在磨盘 12 上的磨辊 13 跟着磨盘 12 从动自转（如磨辊 13 上相应箭头所示），矿渣原料因离心力的作用运动到磨辊 13 与磨盘 12 之间被粉磨，合格产品被风机真空收集为成品。

[0043] 冶金企业的冶炼过程中，往往存在矿渣副产物，而钢铁冶金企业的冶炼过程中，矿渣是必然的副产物，其排出量约占铁产量的 30%。以矿渣为原料生产的矿渣粉可以替代部份水泥原料用于形成混凝土，且可改善混凝土的工作性能及物理性能，如能大幅提高混凝土的耐久性。近年来，随着立磨技术的发展，国内有几十条矿渣微粉生产线，均采用大型立磨主作为要生产设备，使得矿渣粉磨效率得到极大提高；由于粉磨得更细，矿渣粉性能得以更充分发挥，从而作为独立的产品得以长足发展，矿渣也从原来的固体废弃物变为如今的紧俏资源。

[0044] 传统微机式高压继电保护系统中设置的过载保护（或简称为继电过载保护），不能预示额定电流向限值电流变化的过流趋势，也无法提前介入和自动调节高压电机的负载，从而造成中控室的操作员也无法适时调整电机负载，造成立磨电机较长时间的过载（间断脉冲式）运行，但这种过载脉冲持续时间又小于传统系统设定的过载保护时限，达不到继电过载保护动作的条件，然而这段过载运行时间如持续太长，立磨电机温升累积会导致电机绝缘损坏，甚至造成电机驱动的减速机因过载损坏，严重影响生产全局。

[0045] 本发明电机载荷监控系统实施例对于上述矿粉立磨的高压电机 10 采用高压继电保护系统和水电阻调速等加以控制，具体参见图 3。结合了 DCS 集散控制系统的本发明电机载荷监控系统还能控制整条生产线从矿渣堆放、输送、烘干、粉磨到成品收集、发货的全部环节，其中包括控制立磨的液压拉杆 14 力度来控制磨粉细度、产量等。

[0046] 本发明电机载荷监控系统实施例：

[0047] 如图 3，所示为本发明电机载荷监控系统实施例的电路方框示意图。本电机载荷监控系统实施例包括电流监测装置 20、控制电机电源的继电保护装置 30 及其断路器电路 31、控制电机电流的电流调节器，所述电流监测装置 20 的输入端与所述断路器电路 31 通过电缆相连接，而所述监控系统还包括：I/O 接口 21、PLC 可编程逻辑控制器 22、中控室的电脑 23/ 显示屏 24/ 声音报警器（未予详示），所述中控室电脑与 PLC 22 通过高速以太网

络 25 相连接,所述 PLC22 与 I/O 接口 21、电流监测装置 20 的输出端通过工业现场总线 26 相连接,所述 I/O 接口 21 的对外端口还与所述断路器电路 31 受控端、电流调节器受控端通过通信线缆相连接;其中,虚线框内均属于本发明电机过载监控方法中的监视器。

[0048] 所述继电保护装置 30 包括控制电机过载断电时限 T2 和额定电流  $I_d$  的单片 (未予示出)、信号入口 300、指令出口 301,所述断路器电路 31 受控端还与所述指令出口 301 相连接,所述电流监测装置 20 输出端还与所述信号入口 300 相连接。

[0049] 所述电机 10 为驱动矿粉立磨的高压电机;所述电流调节器包括串连在所述电机 10 转子回路中的液体电阻 32 (内部结构未予详示) 和连续调节液体电阻 32 的移动电极 (未予示出) 和阻值的调节装置 33,所述调节装置 33 包括接触器、受接触器控制来驱动移动电极的驱动器 (内部结构均未予示出)。

[0050] 当电机 10 过载持续时间没有超过时限 T2 或过载持续时间超过时限 T2 但实时电流  $I_s$  不超 1.3 倍额定电流  $I_d$  时,则主要通过虚线框内的监视器、I/O 接口来指令调节装置 33、液体电阻 32 对电机 10 乃至前后工序相应设备予以协调控制;当电机 10 过载持续时间超过时限 T2,则通过继电保护装置 30 指令断路器电路 31 切断电机 10 及前后工序相应设备的电源,停止工作直至排除故障。

[0051] 显而易见,本发明电机载荷监控系统实施例的 I/O 接口 21 还能连接矿粉立磨前后配套设备的电气执行机构,调增调减矿粉立磨前后配套设备的产量及荷载。

[0052] 本发明过载监控法实施例 1:

[0053] 如图 4,所示为本发明过载监控法实施例 1 的方框示意图。本电机载荷监控法实施例,采用本发明电机载荷监控系统实施例虚线框内的监视器监控电机及其额定电流  $I_d$ ,其包括如下步骤:A:初始化计时;

[0054] B:按  $t_g = 0.5$  秒周期监测电机的实时电流  $I_s$ 、累计  $t_g$ ,并判断是否  $\sum t_g \leq$  设定的过载断电时限 T2,如判断为否,转向步骤 A,如判断为是,转向步骤 C;

[0055] C:判断是否实时电流  $I_s > I_d$ ,如否,转向步骤 D,如是,转向步骤 G;

[0056] D:判断是否实时电流  $I_s > 95\% I_d$ ,如否,转向步骤 E,如是,转向步骤 F;

[0057] E:零延时发送加产加载荷指令且禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤 B;

[0058] F:零延时禁止加产加载荷指令、然后转向步骤 B;

[0059] G:零延时实施显示屏颜色报警、且累计超额电流对应的  $t_g$  到 T1,转向步骤 H;

[0060] H:计算、判断是否  $T1/T2 > 20\%$ ,如是,转向步骤 J,如否转向步骤 I,所述 T2 取值为 30 秒;

[0061] I:零延时禁止减产减载荷 / 降低电流指令、禁止声音报警,然后转向步骤 B;

[0062] J:零延时发送减产减载荷 / 降低电流指令、声音报警,然后转向步骤 B。

[0063] 而且,所述监视器按  $t_z = 1$  秒的周期,重复地从步骤 A 开始执行所述监测步骤。

[0064] 上述调增调减指令,除了能调增调减立磨电机 10 的电流外,还能调增调减液压拉杆 14 的松紧程度、从而增减磨粉的细度和流量,并且能够进一步调增调减立磨前后工序设备的载荷如输送量、产量等。

[0065] 本发明过载监控法实施例 2:

[0066] 如图 5,所示为本发明过载监控法实施例 2 的方框示意图。本实施例 2 基本步骤与实施例 1 相同,但增加了人工干预操作的步骤如下:



[0067] 所述步骤E分步执行为:在先步骤E1:零延时禁止显示屏颜色报警、然后转向步骤E2,中间步骤E2:监测有否人为加产加载荷指令,如判断为是,转向步骤B,如判断为否,转向步骤E3;在后步骤E3:零延时发送加产加载荷指令、然后转向步骤B。

[0068] 所述步骤J分步执行为:在先步骤J1:零延时实施声音报警、然后转向步骤J2,中间步骤J2:监测有否人为减产减载荷指令,如判断为是,转向步骤B,如判断为否,转向步骤J3;在后步骤J3:零延时发送减产减载荷/降低电流指令,然后转向步骤B。

[0069] 本实施例过载监控法能够提供人工干预调控的通道,提高易操作性和灵活性。

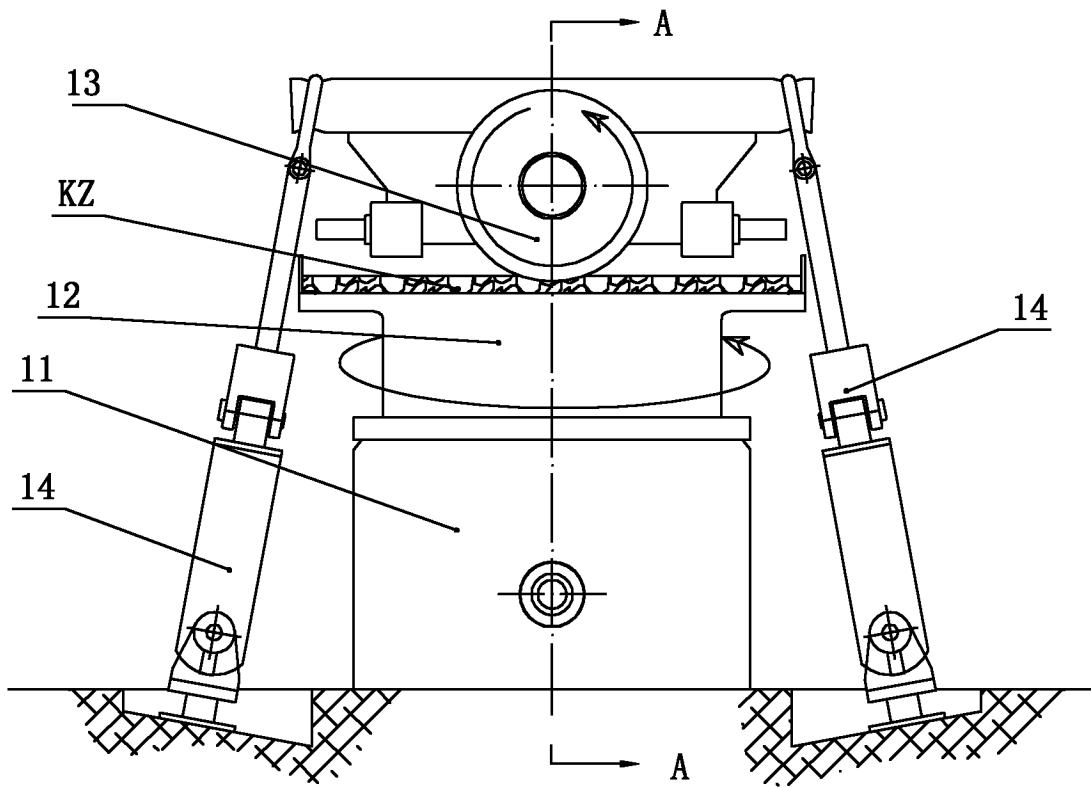


图 1

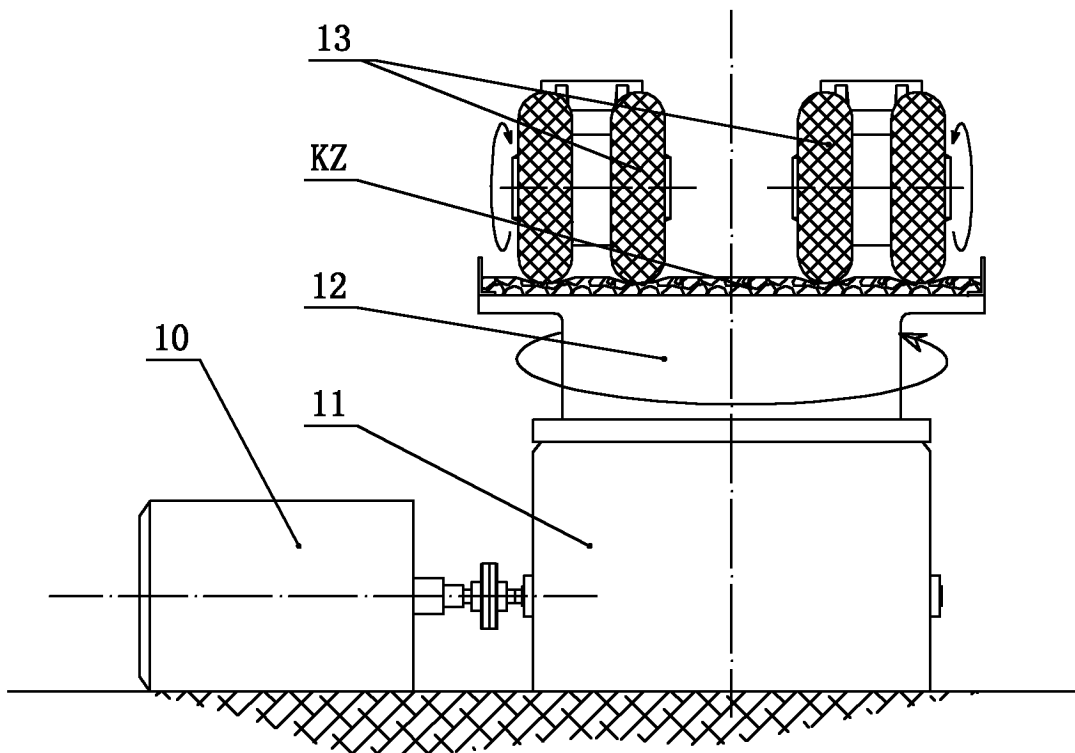


图 2

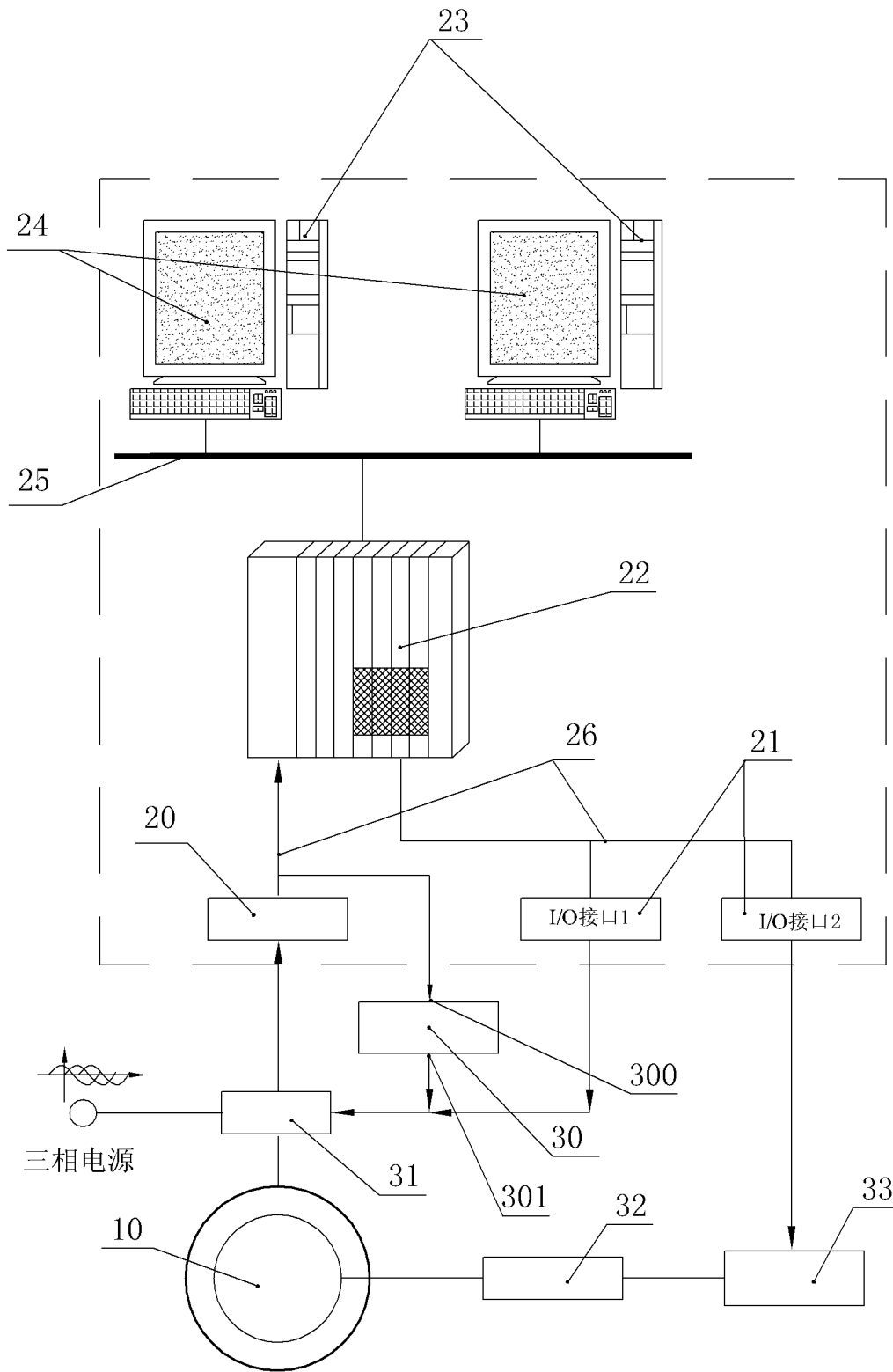


图 3

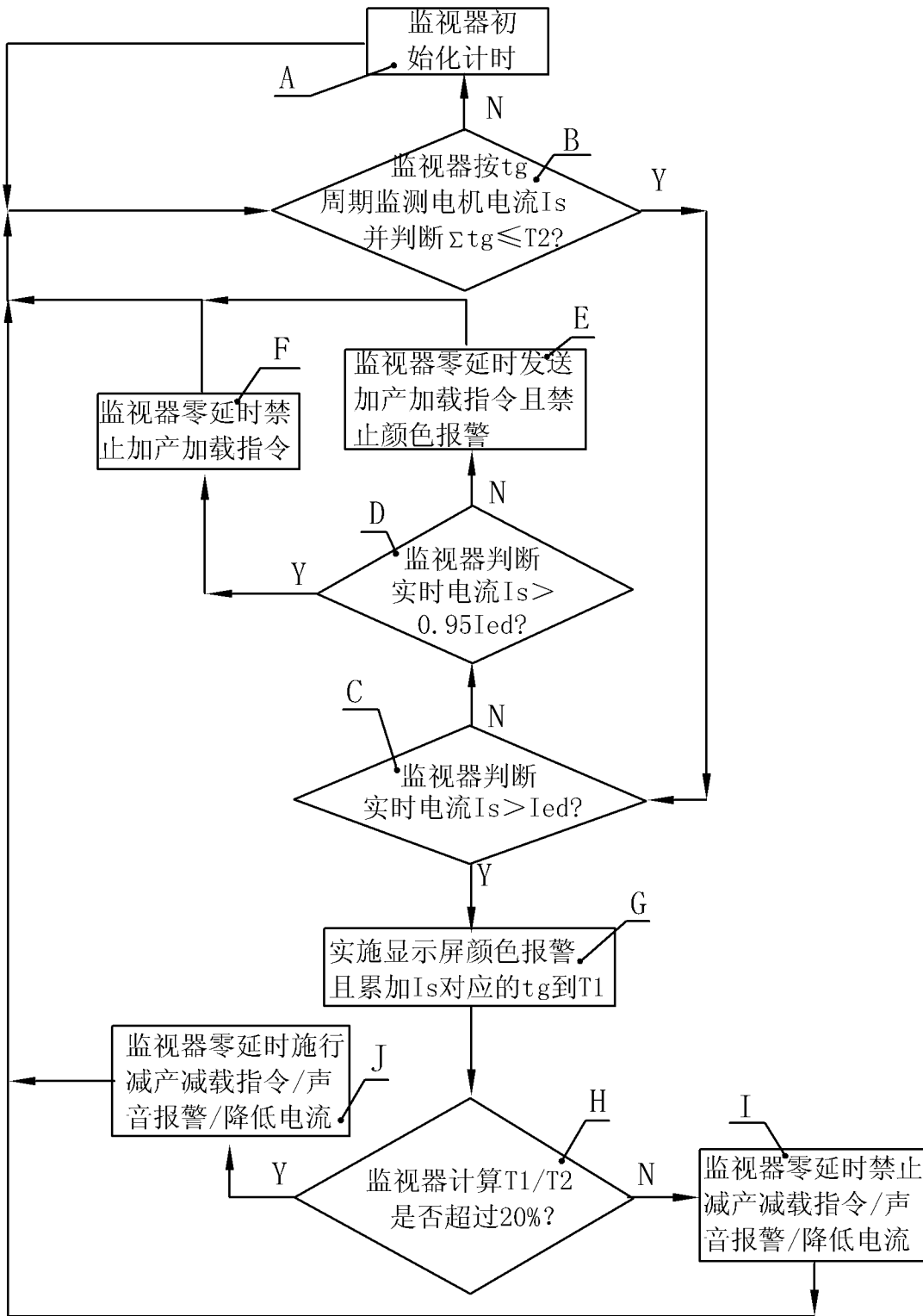


图 4

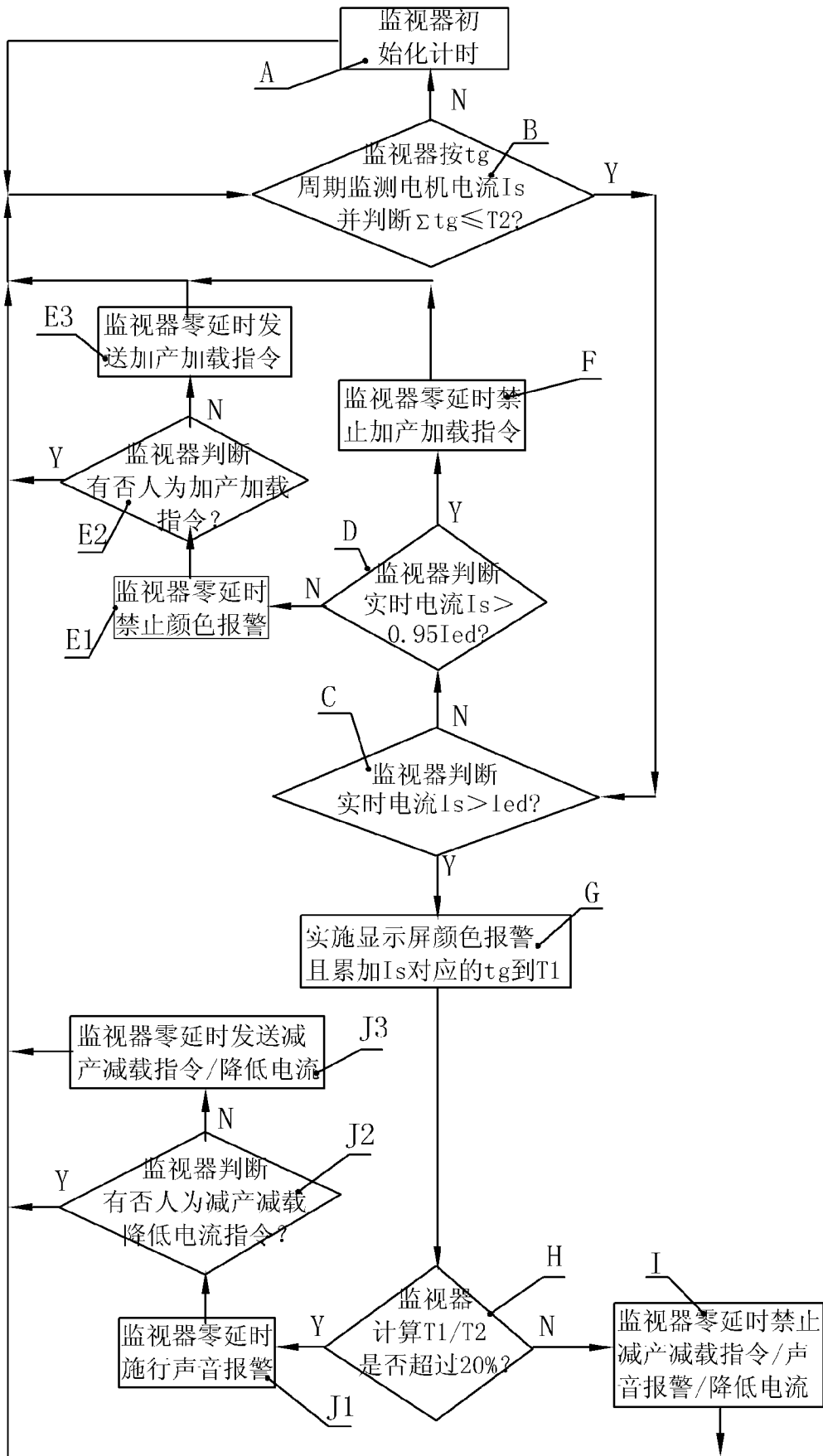


图 5